

PortugalClima2020

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PROPOSTA ENERGIA-CLIMA DA
COMISSÃO EUROPEIA PARA PORTUGAL**

Março de 2009



E.Value, Lda. – Projectos e Estudos em Ambiente e
Economia, S.A.

R. Bramcamp, 6, 1^oesq - 1250-050 Lisboa

Tel: 351 213 105 387 | fax: +351 213 194 858

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade
Nova de Lisboa

Júlia Seixas [Coordenação]

Sofia Simões ¹ [Modelação]

Patrícia Fortes¹ [Modelação]

João Cleto¹ [Modelação]

José Eduardo Barroso [Oferta de Energia]

Bernardo Alves [Transportes]

Rui Dinis [Resíduos]

F. Pisco, P. Faria [Agricultura e pecuária]

Sara Finote [f-gases]

Trabalho realizado para:

COMITÉ EXECUTIVO – COMISSÃO PARA AS ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS

AGÊNCIA PORTUGUESA PARA O AMBIENTE

Índice

| | |
|--|-----------|
| Sumário Executivo | 5 |
| 1. ABERTURA | 11 |
| 2. PROCURA DE SERVIÇOS DE ENERGIA E OUTROS BENS EM PORTUGAL EM 2020 | 13 |
| 2.1. Cenários Prospectivos para a Economia Portuguesa | 13 |
| 2.1.1. Cenário Tendencial | 14 |
| 2.1.2. Cenário de Mudança..... | 16 |
| 2.2. Cenários de Procura de Serviços de Energia e outros Bens | 20 |
| 2.2.1. Indústria..... | 21 |
| 2.2.2. Sector Residencial | 22 |
| 2.2.3. Sector Comercial e Serviços | 23 |
| 2.2.4. Agricultura | 24 |
| 2.2.5. Transportes e Mobilidade | 25 |
| 2.2.6. Resíduos e Águas Residuais..... | 26 |
| 2.2.7. Actividades geradoras de gases fluorados | 27 |
| 3. QUADRO METODOLÓGICO | 30 |
| 3.1. Breve descrição do modelo TIMES_PT | 32 |
| 3.2. Inputs exógenos ao modelo TIMES_PT | 34 |
| 3.3. Pressupostos de modelação..... | 36 |
| 3.4. Definição de âmbito do CELE | 37 |
| 4. PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA | 40 |
| 4.1. Energia primária | 40 |
| 4.2. Energia final..... | 41 |
| 4.2.1. Indústria..... | 44 |
| 4.2.2. Residencial e Terciário..... | 45 |
| 4.2.3. Transportes..... | 47 |
| 4.3. Sector electroprodutor..... | 48 |
| 5. EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA | 52 |
| 5.1. Produção e Consumo de energia, e processos industriais..... | 56 |
| 5.2. Agricultura e pecuária | 57 |
| 5.3. Resíduos Sólidos e Águas Residuais | 60 |
| 5.4. Gases Fluorados | 60 |

| | | |
|----|---|----|
| 6. | AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PROPOSTA ENERGIA-CLIMA DA CE PARA PORTUGAL | 62 |
| 7. | ANÁLISES DE SENSIBILIDADE | 66 |
| 8. | Referências Bibliográficas | 72 |
| | Anexo A: Informação Adicional..... | 74 |
| | A1. Procura de serviços de energia e outros bem em Portugal em 2010..... | 74 |
| | A2. Produção e Consumo de Energia | 77 |
| | A3. Agricultura e Pecuária | 82 |
| | A4. Emissões de Gases com Efeito de Estufa | 85 |
| | Anexo B: Cenários de Políticas e Investimentos..... | 87 |
| | B1. Sector electroprodutor..... | 87 |
| | B2. Sectores residencial e serviços..... | 92 |
| | B3. Indústria | 94 |
| | B4. Transportes | 95 |
| | Anexo C: Correspondência entre as Categorias de Actividade consideradas no TIMES_PT e a Classificação Portuguesa de Actividades Económicas (CAE–Rev. 2.1) | 98 |

Sumário Executivo¹

Tendo como objectivo último limitar o aumento do aquecimento do planeta a 2° C, em Março de 2008, os líderes da UE apoiaram as propostas da Comissão contidas na COM(2008) 30, *20 20 by 2020: Europe's climate change opportunity*, de 23.1.2008, que contempla dois objectivos principais:

- 1) Reduzir, até 2020, as emissões de gases com efeito de estufa em pelo menos 20% - aumentando até 30% caso se obtenha um acordo internacional que vincule outros países desenvolvidos a "atingir reduções de emissões comparáveis, e os países em desenvolvimento economicamente mais avançados contribuam adequadamente, de acordo com as suas responsabilidades e respectivas capacidades", e
- 2) Elevar para 20% a parte das energias renováveis no consumo energético da UE até 2020.

As acções propostas incluem:

- a) alteração do actual regime de CELE, nomeadamente no que se refere à definição, à escala europeia de tectos de emissão para os diversos sectores de actividade, integração de outros GEE para além do CO₂, e uma redução anual linear de emissões, a fim de atingir uma redução global de 21%, relativamente às emissões verificadas de 2005. alteração do actual regime de CELE, nomeadamente no que se refere à definição, à escala europeia, de tectos de emissão para os diversos sectores de actividade, integração de outros GEE para além do CO₂, e uma redução anual linear de emissões, a fim de atingir uma redução global de 21%, relativamente às emissões verificadas de 2005.
- b) uma meta de redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) para os sectores não cobertos pelo regime de comércio de emissões (construção, transporte, resíduos), por forma a que todos contribuam, concretizando para Portugal um limite de +1% para o crescimento de emissões de GEE, sobre as registadas em 2005;
- c) objectivos juridicamente vinculativos para aumentar a parte das energias renováveis na combinação energética, reflectindo as necessidades e o potencial de cada país, concretizando para Portugal a meta de 31% da componente de origem renovável no balanço nacional de consumo final de energia, incluindo 10% de biocombustíveis nos transportes;
- d) novas regras em matéria de sequestro e armazenamento de carbono e de subsídios ambientais.

Este quadro de política europeia para os 27 Estados Membros exige a avaliação de cenários de emissões de GEE para Portugal até 2020 para que seja possível avaliar o significado e o impacto daquelas propostas para as actividades económicas nacionais. O apuramento dos cenários de emissões suportou-se em cenários prospectivos para a economia portuguesa, bem como no conjunto de políticas e medidas já adoptadas no âmbito do cumprimento do Protocolo de Quioto e com impacto nas emissões de GEE até 2020. O modelo de optimização TIMES_PT, da Agência Internacional de Energia, foi a ferramenta usada tendo sido calibrado e validado para o sistema energético nacional. Os pressupostos, metodologias e bases de dados utilizados nos cenários de emissões foram apresentados e validados por diversos stakeholders nacionais, num processo iniciado num workshop de 17 de Dezembro de 2007.

¹ O presente documento traduz a última versão das projecções de emissões de gases com efeito de estufa para 2020, depois de concluído o processo de consultas bilaterais com os sectores da indústria, apresentando algumas diferenças face à versão anterior de Setembro de 2008.

CENÁRIOS MACROECONÓMICOS, DE PROCURA DE ENERGIA E OUTROS BENS E DE POLÍTICAS E MEDIDAS

O exercício de cenarização de consumos de energia e outras variáveis de actividade geradoras de emissões de GEE, para o período 2005-2010, assenta em cenários macro-económicos nacionais, que pressupõem perfis de evolução de crescimento global (PIB) e sectorial (VABs), expansão do parque habitacional e de serviços e necessidades de mobilidade de passageiros e de mercadorias. Estes cenários prospectivos, desenvolvidos pelo Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (DPP) do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional (Ribeiro *et al*, 2008a), geram necessidades de bens e energia, que o sistema energético e as actividades industriais devem satisfazer, gerando no seu processo emissões de GEE. O exercício de cenarização prospectivo da economia Portuguesa focou o sector dos Bens e Serviços Exportáveis, crucial para o crescimento de uma economia aberta, da Construção e Infra-estruturas, importante para uma dinâmica endógena de crescimento e nas funções geo-económicas que Portugal pode desempenhar na Europa, em termos de movimentação de cargas e passageiros e de comunicações, dos Transportes e Mobilidade Interna, e no sector Residencial e Serviços, sectores-chave na procura de energia e com comportamentos diferentes conforme as soluções organizativas e tecnológicas adoptadas. Sobre o conjunto de considerações de evolução destes sectores, foram estruturados dois cenários alternativos para a evolução da economia Portuguesa, designados por Cenário Tendencial e Cenário de Mudança, consubstanciados num perfil diferenciado de evolução de variáveis demográficas e macro-económicas.

Os cenários de evolução macro-económica Tendencial e Mudança determinaram a procura de serviços de energia (e.g. aquecimento, arrefecimento, iluminação, cozinha, e outros usos) para os sectores residencial e serviços, a procura de mobilidade e a procura de energia e outros bens, e matérias-primas para a indústria (cimento, ferro e aço, vidro, cerâmica, química, pasta de papel e papel e outra indústria), resultando em cenários de procura designados pelo mesmo nome, ou seja, cenários Tendencial e Mudança. Sobre estes cenários de procura, foi acomodado o âmbito das políticas e investimentos (P&M), já implementados ou decididos até 31 Dezembro de 2007, para satisfazer aquela procura de bens e serviços de energia. Assim, considera-se desde logo, as P&M incluídas no PNAC 2006 e Novas Metas de 2007 [RCM 1/2008, de 4 Janeiro], com vista ao cumprimento do Protocolo de Quioto, salientando-se os seguintes exemplos: (i) 45% de produção de electricidade a partir de fontes de energia renováveis (E-FRE), em 2010 (ii) adopção dos objectivos do Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico, que configura, em 2020, potência instalada de 7588 MW, (iii) nova central a carvão (900 MW) com captura e sequestro de CO₂ (CCS), (iv) 10% de biodiesel nos combustíveis a partir de 2010, (v) 5% de transferência modal nas áreas metropolitanas de Lisboa e Porto, do carro particular para o transporte colectivo, (vi) objectivos de eficiência energética do Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE).

Assim, são considerados para modelação os seguintes cenários: (1) Cenário Quioto Tendencial, designado pelo acrónimo QUIT, suportado pelo cenário de procura Tendencial, e por um quadro de P&M relativa ao PNAC 2006 e Novas Metas 2007; (2) Cenário Quioto Mudança, designado pelo acrónimo QUIM, suportado pelo cenário de procura Mudança, e por um quadro de P&M relativa ao PNAC 2006 e Novas Metas 2007, e (3) Cenário Road Map Renováveis, designado pelo acrónimo RMAP, suportado pelo cenário de procura Tendencial, e por um quadro de P&M relativa ao PNAC 2006 e Novas Metas 2007, bem como objectivos adicionais para a produção de energia de fonte renovável, e a suspensão de actividade da central a carvão de Sines, configurando desde logo o caminho para o cumprimento da proposta da CE no que se refere à Meta de Renováveis (31% da componente de origem renovável no balanço nacional de consumo final de energia). Para efeitos comparativos, foi ainda considerado o

Cenário Business-as-usual, designado pelo acrónimo BAU, que considera o cenário de Procura Tendencial e as P&M já implementadas à data de 31 de Dezembro de 2007.

O modelo TIMES_PT é um modelo de optimização de base tecnológica, que detém uma base de dados de tecnologias de energia, caracterizadas por parâmetros técnicos e de custo e tendo como função-objectivo o custo mínimo do sistema energético. O modelo fornece a solução tecnológica de menor custo para a satisfação de serviços de energia, combinando tecnologias existentes e novas (e.g. bombas de calor) e recorrendo a diferentes formas de energia, respeitando o quadro fornecido de P&M e o potencial de recursos energéticos endógenos. Foi considerado um conjunto de pressupostos de modelação, nomeadamente: i) inviabilidade do nuclear no horizonte modelado, ii) não consideração do MIBEL e assumpção de um limite máximo para trocas de electricidade com Espanha correspondente à capacidade de interligação prevista, de acordo com a REN, e iii) potencial de armazenamento de CO₂ em tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS²) de 5000 Gg. No exercício de modelação, não foram impostas quaisquer reduções de emissões de GEE, para além das inerentes às P&M já integradas nos cenários, uma vez que se tem por objectivo avaliar o quadro de emissões expectável para o País, com as condições que se conhecem actualmente, e numa abordagem de redução interna custo-eficaz para, posteriormente, comparar esta evolução com os objectivos propostos pela CE no Pacote Energia-Clima.

PRINCIPAIS CONCLUSÕES: PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA

A análise da produção e consumo de energia permite apurar informação sobre os principais *drivers* responsáveis pela geração de emissões de gases com efeito de estufa, e sobre a meta de renováveis incluída na proposta da CE. Todos os cenários analisados integram o impacto esperado do PNAEE em termos de redução da procura de energia, e o cenário QUIM admite ainda a possibilidade de uma penetração mais rápida de equipamentos eficientes de uso final de energia.

Em matéria de energia primária, foi estimado um aumento entre 0 a 9% (QUIM) de 2005 a 2020 na sequência do aumento da procura de serviços de energia. No entanto, em todos os cenários, o aumento do consumo de energia primária é inferior ao aumento da procura, devido à gradual substituição das tecnologias de oferta e consumo de energia por outras mais eficientes. Para os cenários BAU e QUIT, prevê-se em 2020 a manutenção do consumo de energia final face a 2005, e um ligeiro aumento para os cenários QUIM (+2%) e RMAP (+1%). Em todos os cenários prevê-se a redução da contribuição relativa dos produtos petrolíferos e da biomassa que são substituídos por gás natural, electricidade, biocombustíveis, solar térmico e calor produzido através de cogeração.

A análise do consumo de energia por sectores de actividade revela um perfil similar nos cenários analisados, merecendo nota a retracção nos transportes, por via das políticas de transferência modal e substituição da frota automóvel por veículos mais eficientes. A indústria, terciário e doméstico registam aumentos significativos, de 10 a 20%, passando a indústria a rivalizar com o sector dos transportes na posição de sector com maior peso nos consumos de energia final em Portugal.

No sector electroprodutor em 2020, e atendendo à política prevista para este sector, prevê-se um aumento, relativamente a 2005, do parque electroprodutor de 46% no cenário BAU, 75% nos cenários QUIM e QUIT, e 122% no cenário RMAP. Este crescimento é devido essencialmente a: (i) tecnologias a gás, incluindo as quatro centrais dedicadas de ciclo combinado e a cogeração, especialmente no cenário RMAP, onde a capacidade instalada de cogeração é 8 vezes maior em 2020 do que em 2005 ; (ii) tecnologia eólica on-shore cuja capacidade instalada é 4 a

²CCS refere-se ao acrónimo em ingles de *Carbon Capture and Storage*.

8 vezes maior em 2020; e (iii) produção hídrica com aumentos da capacidade instalada de 17% no cenário BAU, 44% nos QUIT e QUIM e 62% no cenário RMAP. Estes aumentos da capacidade hídrica correspondem no BAU à instalação dos reforços de Picote, Bemposta, Alqueva, dos novos aproveitamentos de Baixo-Sabor, Ribeiradio e ainda 7 GW de mini-hídricas. No caso dos cenários QUIT e QUIM para além destes investimentos tem-se ainda a implementação da totalidade do PNBEPH. No cenário RMap, para além destes investimentos e restante PNBEPH considera-se ainda a implementação de Salamonde II, Paradela II e Venda Nova III (ver Anexo B.1).

Merece nota a alteração do perfil de energia primária para geração de electricidade dedicada, destacando-se (i) o desaparecimento quase por completo dos produtos petrolíferos, que apenas prevê a sua manutenção nas regiões autónomas, (ii) o aumento da contribuição das energias renováveis e (iii) a redução da importância relativa do carvão, que é, em grande parte, substituído por gás natural, sendo esta tendência naturalmente mais evidente no cenário RMAP, onde se assume a suspensão da actividade da central de Sines em 2020. No que respeita à cogeração verifica-se a substituição significativa dos produtos petrolíferos por novos equipamentos a gás e, em menor escala, a biogás. Reflectindo estas alterações, estima-se que a electricidade gerada em 2020 provenha entre 50 e 63% de fontes renováveis, com o cenário RMAP a liderar, conforme seria de esperar.

PRINCIPAIS CONCLUSÕES: EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

As emissões de gases com efeito de estufa (GEE) relativas às actividades de produção e uso de energia, para o horizonte 2020, decorrem da solução de optimização encontrada pelo modelo TIMES_PT, de forma a satisfazer a procura de energia, respeitando os cenários de política, e sem a imposição de qualquer redução às emissões de GEE, para além das inerentes às P&M já integradas nos cenários. As estimativas das emissões de GEE foram obtidas com base nas metodologias do NIR - Inventário Nacional de Emissões (APA, 2007), para as actividades dos sectores energéticos e não energéticos (e.g. resíduos e águas residuais, pecuária, gases fluorados).

Globalmente e face a 2005, as emissões de GEE das actividades abrangidas pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão podem ter um acréscimo de 16 e 15% (QUIT e QUIM/BAU, respectivamente), ou um decréscimo de 8% (RMAP), verificando-se uma diminuição das emissões apenas nos sectores centrais termoeléctricas, cogeração e pasta e papel. Note-se o aumento das emissões das instalações de combustão, química, cerâmica (excepto no QUIM), vidro e metais ferrosos que representavam em 2005 apenas 7% do total das emissões em CELE. Com a alteração do âmbito das instalações e GEE abrangidos e com as perspectivas de crescimento económico consideradas, em 2020 estes sectores passam a representar entre 16 a 17% das emissões totais em CELE. Esta alteração é, em grande parte, motivada pelo aumento das emissões do sector químico em CELE que passam de 1% do total do CELE em 2005 para 6 a 9%, fruto da consideração em CELE das emissões de processo e do N₂O. Destaca-se ainda o aumento das emissões da refinação de cerca de 97 a 109% face às emissões em 2005, devido aos projectos de reconfiguração previstos pela GALP.

As emissões fora do CELE (i.e. transportes, residencial, comercial, pequenas instalações de combustão, agricultura e pecuária, resíduos e águas residuais, e gases fluorados) em 2020 poderão variar entre +3% e -6% relativamente às registadas em 2005 para os cenários BAU, QUIT e RMAP e ir até uma redução de -17% para o cenário QUIM onde o grau de eficiência energética é mais elevado. De salientar uma redução significativa nos sectores (i) indústria devido à passagem de grande parte das emissões do sector químico para CELE, (ii) pequenas cogerações (iii) dos serviços pela adopção de equipamentos mais eficientes e substituição de combustíveis para produzir calor (biomassa, solar térmico, e bombas de calor), sobretudo no cenário QUIM, e (iv) dos resíduos pelas novas metas contempladas no Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II). Prevê-se o aumento significativo das emissões associadas ao uso de gases fluorados. A evolução das actividades não abrangidas pelo CELE revelam um comportamento no sentido da sua descarbonização, para o que se revela fundamental o esforço de redução

contido nas medidas do PNAC, em particular nas designadas ‘medidas adicionais’ e novas metas 2007 que, neste exercício, são assumidas como implementadas na totalidade, para todos os cenários analisados à excepção do BAU. Importa ainda referir que os indicadores que caracterizam a evolução esperada da intensidade energética e carbónica da economia portuguesa até 2020 revelam uma tendência significativa em matéria de eficiência energética da economia portuguesa e, assim, no sentido da sua descarbonização. O indicador intensidade energética (energia primária) do PIB regista uma redução, comparativamente a 2000, de 21% no cenário QUIT e 34% no QUIM, enquanto a intensidade carbónica regista decréscimos de 23% e 50%, respectivamente. Esta evolução é justificada, em parte, pelo recurso a energias renováveis, pela maior eficiência no consumo, apesar do aumento do indicador relativo ao consumo de energia per capita e à redução da intensidade carbónica do sector eléctrico.

PRINCIPAIS CONCLUSÕES: AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PROPOSTA ENERGIA-CLIMA DA CE PARA PORTUGAL

Meta de 31% da componente de origem renovável no balanço nacional de consumo final de energia

A componente do consumo de energia de fonte renovável nos vários sectores de actividade, relativamente ao total nacional de consumo de energia final, permite concluir que o cenário RMAP e QUIM atingem a proposta de 31% da CE, enquanto os restantes cenários apurados pelo TIMES_PT, respeitando o quadro de investimentos já decididos, ficam ligeiramente aquém desta proposta, como ilustrado na Figura 1. Saliente-se a importância da electricidade de origem renovável, sempre superior a 48% no balanço de consumo final renovável do País, atingindo 52% no QUIM e 57% no RMAP.

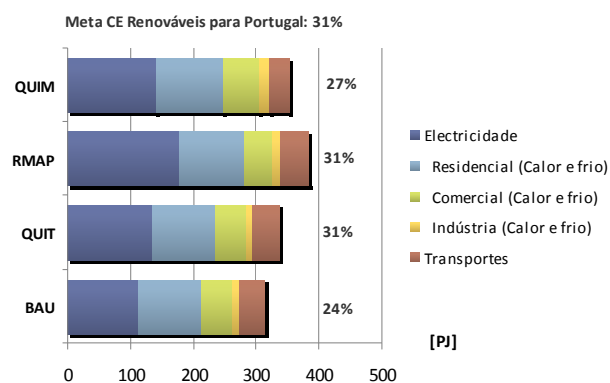


Figura 1: Participação da componente renovável no balanço de energia final para os 4 cenários analisados

Alteração do actual regime de CELE com vista à redução global de 21% de emissões de GEE, relativamente às emissões verificadas de 2005

Não sendo certo a implementação para Portugal da meta de -21%, uma vez que este valor é proposto como uma meta global para o CELE da UE que será posteriormente distribuída pelos diversos sectores CELE e não pelos diversos Estados Membros, considerou-se relevante utilizar este valor como meta de trabalho. Os resultados obtidos pela optimização do TIMES_PT revelam sempre um aumento de emissões de GEE das actividades abrangidas, à excepção do Cenário RMAP (Tabela 1). Assim, pode-se afirmar que, mesmo com o reforço da componente renovável e a redução da contribuição do carvão convencional, não se configura possível cumprir a meta de -21% apenas com reduções no sector electroprodutor. Em particular, os sectores da indústria em CELE deverão ter que equacionar, para além das medidas já implementadas e previstas, um esforço adicional, quer de redução interna, quer através da participação no mercado de carbono.

Limite de +1%, em 2020, para o crescimento das emissões de GEE das actividades não incluídos no CELE, sobre as registadas em 2005

Relativamente à proposta de partilha de esforço das actividades não abrangidas pelo CELE, constata-se uma redução de emissões de GEE em 2020, face a 2005, em todos os cenários com excepção do BAU, sendo a implementação das medidas adicionais do PNAC essencial para garantir o cumprimento com a meta proposta pela CE de +1% em 2020, relativamente a 2005. Com efeito, no BAU, onde estas medidas não são consideradas, as emissões aumentam + 3% face a 2005.

Realça-se, contudo, que prevendo-se possível atingir as propostas da CE que se referem a renováveis e aos sectores não cobertos pelo CELE, as mesmas se afiguram exigentes, no sentido que pressupõem o rigoroso cumprimento de todas as medidas inerentes aos cenários considerados, designadamente as do PNAC 2006, novas metas 2007, PNAEE e novas tecnologias de energia.

Tabela 1: Variação percentual das emissões de GEE em 2020, face a 2005, para os cenários estudados

| | Variação face a 2005 (%) | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| CELE | + 15 | + 16 | -8 | + 15 |
| Não CELE | + 3 | -6 | -6 | -17 |
| Total Nacional | +8 | +3 | -6 | -3 |

1. ABERTURA

A proposta da Comissão Europeia (CE) conhecida como *Pacote Energia-Clima*, de Janeiro de 2008, inclui elementos significativos para a política pública e a economia nacional, salientando-se as seguintes metas, a atingir em 2020:

- a) alteração do actual regime de CELE, nomeadamente no que se refere à definição, à escala europeia de tectos de emissão para os diversos sectores de actividade, integração de outros GEE para além do CO₂, e uma redução anual linear de emissões, a fim de atingir uma redução global de 21%, relativamente às emissões verificadas de 2005.
- b) uma meta de redução de emissões de gases com efeito de estufa (GEE) para os sectores não cobertos pelo regime de comércio de emissões (construção, transporte, resíduos), por forma a que todos contribuam, concretizando para Portugal um limite de +1% para o crescimento de emissões de GEE, sobre as registadas em 2005;
- c) objectivos juridicamente vinculativos para aumentar a parte das energias renováveis na combinação energética, reflectindo as necessidades e o potencial de cada país, concretizando para Portugal a meta de 31% da componente de origem renovável no balanço nacional de consumo final de energia, incluindo 10% de biocombustíveis nos transportes;
- d) novas regras em matéria de sequestro e armazenamento de carbono e de subsídios ambientais.

Pacote Energia-Clima, de Janeiro de 2008: metas a atingir em 2020 em Portugal:

1. Alteração do actual regime de CELE, com tectos de emissão para os diversos sectores de actividade à escala europeia, integração de outros GEE para além do CO₂, e redução anual linear de emissões, para atingir uma redução global de 21%, relativamente às emissões verificadas de 2005.
2. Limite de +1% para o crescimento de emissões de GEE para os sectores não cobertos pelo CELE, sobre as registadas em 2005;
3. Meta de 31% da componente de origem renovável sobre o balanço nacional de consumo de energia final

Este quadro de política Europeia para os 27 Estados Membros, exige a avaliação de cenários de emissões de GEE para Portugal até 2020, por forma a identificar oportunidades e constrangimentos decorrentes da evolução esperada para a economia Portuguesa. O apuramento dos cenários de emissões de GEE para 2020 suportou-se num quadro de análise que incluiu três componentes essenciais: (i) desenho de cenários prospectivos para a economia portuguesa, que definem o quadro de procura de serviços de energia e outros bens, (ii) sistematização de políticas e medidas já adoptadas e previstas, com impacto no balanço nacional de emissões de GEE até 2020, e (iii) modelação, com recurso ao modelo de optimização TIMES_PT, da Agência Internacional de Energia, calibrado e validado para o sistema energético nacional, e que fornece a solução de tecnologias adicionais e de vector de energia final para a satisfação da procura, tendo como objectivo o custo mínimo do sistema. O modelo TIMES_PT inclui o conjunto das actividades de produção e uso de energia, como a refinação e produção de electricidade, a indústria, os serviços e comércio, o sector doméstico, e os transportes, bem como agricultura e pescas na componente de consumo de energia. As restantes actividades geradoras de emissões de gases com efeito de estufa, como os resíduos e águas residuais, a agricultura e pecuária, e as actividades consumidoras de gases

fluorados foram analisados fora do modelo TIMES_PT, tendo-se integrado os respectivos resultados na análise global.

O presente documento sistematiza os pressupostos assumidos, a metodologia utilizada e os resultados obtidos que permitem avaliar a exequibilidade das metas propostas no Pacote Energia-Clima para Portugal em 2020. O capítulo 2 apresenta informação seleccionada sobre a procura de serviços de energia e de outros bens, gerada pela evolução esperada para a economia Portuguesa segundo dois cenários contrastante. A informação completa pode ser encontrada em documentos de suporte complementares, nomeadamente a descrição dos cenários prospectivos da economia Portuguesa até 2020 (DPP, 2008) e a metodologia e parâmetros de base para a geração da procura de energia e outros bens (Fortes *et al*, 2008). O capítulo 3 descreve, de forma sumária, a metodologia de modelação utilizada, bem como a descrição dos cenários de políticas e medidas analisados, e outros pressupostos da análise. O capítulo 4 apresenta os resultados obtidos para os cenários analisados não considerando qualquer restrição às emissões de GEE, salientando as componentes (i) alteração tecnológica, quer de oferta quer de uso final de energia, (ii) alterações do perfil de energia final, dando-se ênfase à componente renovável, e o capítulo 5 os resultados relativos a emissões de gases com efeito de estufa, globais para o País, e separadamente para as actividades abrangidas e não-abrangidas pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão. O capítulo 6 interpreta e conclui sobre o impacto das metas propostas por Bruxelas no quadro de evolução da economia Portuguesa até 2020. O Capítulo 7 mostra análises adicionais, em particular análises de sensibilidade relativamente a dois factores com efeito importante no sistema energético, o preço da energia primária e o nível de hidraulicidade.

2. PROCURA DE SERVIÇOS DE ENERGIA E OUTROS BENS EM PORTUGAL EM 2020

2.1. *Cenários Prospectivos para a Economia Portuguesa*

O exercício de cenarização de consumos de energia e outras variáveis de actividade geradoras de emissões de GEE, para o período 2005-2020, assenta em cenários macro-económicos nacionais, que pressupõem perfis de evolução de crescimento global (PIB) e sectorial (VABs), expansão do parque habitacional e de serviços e necessidades de mobilidade de passageiros e de mercadorias. Estes cenários prospectivos, desenvolvidos pelo Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (DPP)³, são geradores de necessidades de bens e energia, que o sistema energético e as actividades industriais devem satisfazer, com as respectivas emissões de GEE. Com o objectivo de ilustrar os pressupostos subjacentes à cenarização até 2020, apresenta-se uma síntese dos principais aspectos dos cinco macro sectores da economia Portuguesa. Uma apresentação mais detalhada pode ser encontrada em Ribeiro *et al* (2008a).

Bens e Serviços Exportáveis – crucial para o crescimento de uma economia aberta:

- Forte crescimento do turismo [Plano Estratégico Nacional do Turismo - PENT], com incertezas associadas ao impacto das alterações climáticas na atractividade turística;
- Redução do peso dos sectores exportadores tradicionais para produtos de maior valor acrescentado e maior internacionalização das empresas líder;
- Crescimento da produção e exportações de pasta e papel e química/ petroquímica, de acordo com investimentos programados até 2010;
- Investimento de renovação de equipamento no Vidro e na Cerâmica.

Construção e Infra-estruturas – crucial na dinâmica endógena de crescimento, e nas funções geoeconómicas que Portugal pode desempenhar na Europa, em termos de movimentação de cargas e passageiros e de comunicações:

- Grandes investimentos em infra-estruturais associados à conectividade internacional (Novo Aeroporto de Lisboa; ligação ferroviária em Alta Velocidade Lisboa-Madrid; expansão dos portos de Sines e Lisboa; rede de plataformas logísticas com vocação internacional; reforço da banda larga para conectividade digital internacional);
- Investimentos na gestão de recursos hídricos, saneamento e gestão de resíduos sólidos e na produção de energia;
- Crescimento da construção civil em consequência da dinâmica do turismo residencial, e da reabilitação urbana em Lisboa e Porto.

Transportes e Mobilidade Interna – sector-chave na procura de energia e geração de emissões, podendo variar com as soluções organizativas e tecnológicas adoptadas:

- Profunda transformação na rede ferroviária com a introdução da Alta Velocidade ou de Velocidade Elevada;
- Concretização dos investimentos em soluções ferroviárias e de metros ligeiros;
- Difusão de novos combustíveis menos dependentes do petróleo, com forte intensidade nos transportes colectivos (gás natural e biocombustíveis);

³ do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Regional

Instalação de uma rede de Plataformas Logísticas, quer de âmbito metropolitano, quer associadas à conectividade internacional do País.

Sector Residencial e Serviços – crucial na procura de energia e com comportamentos diferentes conforme as soluções organizativas e tecnológicas adoptadas:

Generalização da certificação energética de edifícios novos (aplicação da legislação em vigor), privilegiando-se a arquitectura solar passiva, qualidade do ar interior, os equipamentos eficientes para conforto térmico, e outros usos, e painéis solares ou outras renováveis para aquecimento de água;

Melhoria das condições térmicas do edificado existente, com reabilitações na envolvente (por aplicação da legislação em vigor);

Instalação de sistemas de micro-geração em condomínios e edifícios de serviços, permitindo atingir a meta definida de 50 000 sistemas, em 2010.

Transformação da Energia – sector que depende dos restantes, dos preços dos combustíveis no mercado internacional e das reduções às emissões de GEE:

Concretização de centrais de ciclo combinado a gás natural (8 grupos 400 MW);

Investimentos em grandes aproveitamentos hidroeléctricos, considerados no Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH) (INAG, DGEG, REN, 2007);

Investimento em energias renováveis resultantes de compromissos com a União Europeia, até 2010 (5 800 MW de eólica, 150 MW de biomassa, 150 MW de solar, 250 MW de ondas, em zona piloto, 100 MW de biogás);

Instalação de capacidade de produção de biocombustíveis com base em óleos importados, a localizar em Sines, para atingir a meta de 10% de biocombustíveis utilizados nos transportes rodoviários, em 2010;

Diversificação da área de negócio central das empresas do sector eléctrico (produção convencional, energias renováveis e distribuição) para prestação de serviços energéticos, designadamente de eficiência energética.

Sobre este conjunto de considerações, foram estruturados dois cenários alternativos, designados por Cenário Tendencial e Cenário de Mudança, apresentados a seguir de forma simplificada.

2.1.1. Cenário Tendencial

As incertezas cruciais num cenário de continuidade conjugam as actividades que se afirmaram no padrão de especialização desde meados da década de 90, associadas à crescente preocupação com a segurança energética e a protecção ambiental, num contexto de crescimento económico moderado. A resolução destas incertezas assenta numa economia como um espaço de acolhimento, lazer e logística, que se desenvolve em extensão e na exploração do território, com uma clara centralização de operadores ao nível dos transportes e da energia. As infraestruturas portuárias, aeroportuárias e ferroviárias vão no sentido de completar os investimentos anunciados. A alteração do paradigma energético é lenta, com introdução dispersa das energias renováveis; as *utilities* ibéricas centralizam as áreas de negócio relacionadas com as energias “limpas”.

Cenário Tendencial:

continuação do modelo de desenvolvimento nacional, com uma maior aposta nos serviços, em particular no Turismo e continuação da expansão urbana para fora do centro das cidades

ELEMENTOS DEFINIDORES

- Portugal desenvolver-se-ia sobretudo como um destino turístico e residencial europeu com competitividade assente na exploração de amenidades e recursos naturais e numa economia de acolhimento de actividades, entidades e eventos sobretudo orientados para os sectores do entretenimento e lazer, incluindo uma forte componente de *gambling*; seria um país que prosseguiria a tendência de desindustrialização, estendida ao sector automóvel, mas estaria bem posicionado na exploração das energias renováveis e das suas tecnologias e na exportação de produtos ligados à fileira florestal/pasta e papel e de especialidades agrícolas; a sua aposta seria na conectividade digital e, eventualmente, nos serviços que esta permite realizar à distância; exploraria a sua fachada atlântica na relação com o Brasil, paralelamente ao forte investimento de empresários portugueses na economia brasileira (nomeadamente no turismo);
- assistir-se-ia à continuação do crescimento extensivo das principais áreas urbanas, em torno das novas acessibilidades; forte utilização das reservas estratégicas de água (nomeadamente aquíferos subterrâneos) para aplicações não vitais; investimento de requalificação restrito aos segmentos de gama média/alta; fraco investimento em medidas de adaptação a riscos naturais;
- o conjunto de investimentos em infra-estruturas de conectividade internacional procurariam reduzir algumas das limitações do carácter periférico de Portugal reforçando a sua integração geoeconómica com a Espanha. Assim o *Novo Aeroporto de Lisboa* responderia no essencial ao crescimento do tráfego gerado endogenamente, ou seja, quer ao tráfego de residentes para fora de Portugal, quer à movimentação de cada vez mais turistas e residentes estrangeiros em Portugal; secundariamente desempenharia, em competição com Madrid e no quadro de alianças distintas dos transportadores ibéricos, uma função de intermediação entre a Europa e a América Latina, e em menor escala com África;
- a inexistência neste Cenário de articulações logísticas estreitas entre transporte aéreo e transporte marítimo colocariam menos ênfase na proximidade do NAL aos portos de águas profundas da fachada atlântica de Portugal; relativamente aos *Portos/contentores*, a movimentação de carga contentorizada cresceria determinada no essencial pela dinâmica interna assente na pequena expansão do terminal de Alcântara em Lisboa e na finalização do Terminal XXI em Sines; a plataforma logística do Poceirão seria essencial na movimentação interna de carga entre os portos do Sul, e destes com o Norte do País; no *Transporte Ferroviário*, a dominante seria sem dúvida o tráfego de passageiros por TGV, sendo o transporte de carga pouco significativo dadas as limitações dos portos de Lisboa e Sines para estas funções;
- Nos transportes e mobilidade interna manter-se-ia uma predominância clara do transporte em viatura individual, sobretudo para percursos em zona urbana/suburbana, já que subsistiriam dificuldades de coordenação entre actores e de integração de soluções, não obstante um elevado esforço de investimento em transportes públicos; a aposta nos transportes públicos colectivos seria fortemente concentrada em termos empresariais, com expansão das decisões já tomadas no modo ferroviário pesado e ligeiro; assistir-se-ia à construção de grandes infra-estruturas de estacionamento competitivo nas periferias das cidades e ao esforço de difusão dos biocombustíveis em larga escala nos transportes rodoviários urbanos, públicos e privados, o que iria provocar um aumento das importações desta matéria-prima, uma vez que a produção interna não seria suficiente para satisfazer o consumo; experiências pontuais com transportes *on demand*

não resultariam devido à permanência de níveis elevados de congestionamento de tráfego nas grandes áreas urbanas;

- no sector residencial e de serviços, a aposta seria na generalização do uso de energias renováveis e na substituição avulsa de equipamentos e soluções utilizadoras de electricidade, no sentido do aumento da sua eficiência;
- no sector da transformação energética consolidar-se-iam grupos energéticos com escala de operação ibérica e internacional que continuariam a controlar os mercados de gás natural e de electricidade em Portugal, num contexto de forte oligopolização;

Este Cenário é marcado por uma acentuação das Assimetrias Regionais, entre Norte e Sul Litoral, com crise prolongada e forte emigração no Norte Litoral.

2.1.2. Cenário de Mudança

As incertezas cruciais num cenário de mudança assentam em actividades que reforçam a alteração do padrão de especialização, num contexto de afirmação do modelo de desenvolvimento sustentável (o que poderá pressupor um crescimento económico mais forte). A resolução destas incertezas assenta numa economia baseada numa plataforma de inovação & serviços, cujo investimento está orientado para uma concentração das actividades no espaço e para a protecção ambiental e segurança energética. Portugal é a “porta de entrada na Europa”, assumindo uma posição perdida desde a época dos descobrimentos. A transição para um novo paradigma energético acelera-se, com uma aposta clara na diversificação das fontes primárias de energia, incluindo o desenvolvimento dos biocombustíveis de 2ª geração, tendo o gás natural um papel preponderante, reafirmando-se a sustentabilidade energética.

Cenário Mudança: maior crescimento do PIB em resposta a uma maior aposta na inovação e nos serviços; Crescimento da indústria em áreas inovadoras e de especialização: comunicações e electrónica, automóvel e aeronáutica e desenvolvimento de plataformas de integração e serviços associadas às multinacionais de economias da Ásia; Mobilidade com uma redução da urbanização extensiva e grande investimento na renovação urbana

ELEMENTOS DEFINIDORES

- Portugal teria, como no Cenário Tendencial, um forte crescimento do turismo, com uma maior componente de turismo cultural e histórico, de serviços de saúde e cuidados pessoais, e das actividades mais sofisticadas ligadas ao entretenimento e lazer; ao contrário do Cenário Tendencial, afirmar-se-ia também em actividades de base industrial mais intensivas em competências e conhecimentos – sendo exemplos os dispositivos e equipamentos p/saúde, as comunicações e electrónica (audiovisual p/mobilidade, electrónica p/segurança), o sector automóvel (mobilidade eléctrica e híbrida), o sector aeronáutico (aviação geral, *business jets* e aviões sem piloto); desempenharia funções mais sofisticadas enquanto plataforma de integração e serviços associadas às multinacionais de economias emergentes da Ásia, incluindo uma vertente de centros de competência e de I&D;
- assistir-se-ia a uma travagem na urbanização extensiva; grande investimento na renovação do “casco urbano” nas cidades que foram mais “esvaziadas”; forte investimento no reordenamento urbano das cidades mais vulneráveis ao risco sísmico e ao impacto das alterações climáticas, concentrando

populações e actividades cruciais em zonas mais seguras; aposta em cidades mais compactas e com edifícios novos capazes de maior eficiência no uso da água e energia; forte investimento em medidas de protecção costeira e das zonas estuarinas mais densamente povoadas e de reforço da componente estratégica do abastecimento de água a nível nacional;

- um conjunto de investimentos infra-estruturais permitiria uma maior diferenciação de funções geoeconómicas de Portugal no contexto da Península Ibérica. Assim, o *Novo Aeroporto de Lisboa* desempenharia funções de *Hub* de um operador global ou de uma aliança envolvendo funções de trânsito Leste-Oeste, para além das funções de trânsito Norte-Sul que lhe caberiam “naturalmente”; implicaria neste Cenário uma capacidade na fase de cruzeiro que poderia ultrapassar os 70 movimentos/hora, funcionando 24 horas por dia e, por isso, vantajosamente localizada em zona não densamente povoada; uma forte componente de voos de trânsito, obrigando a que os terminais fossem concebidos de forma a movimentar rapidamente e sem estrangulamentos este grande volume de passageiros; por sua vez, o funcionamento de Portugal como plataforma logística e de integração e serviços, articulando cargas transportadas por via marítima e aérea supõe uma grande capacidade de movimentação de carga aérea no NAL e apontaria para uma maior proximidade das plataformas logísticas próximas de portos de águas profundas; relativamente aos *Portos/contentores*, verificar-se-ia uma forte expansão da capacidade de movimentação de carga contentorizada, quer em serviço do *hinterland* espanhol, quer com funções de *transshipment* para América Latina, África e Mediterrâneo com instalação de dois novos terminais de contentores – Trafaria em Lisboa e Terminal Vasco da Gama em Sines, cada um deles com parcerias de *shipping lines* distintas e concorrentes; no *Transporte Ferroviário*, verificar-se-ia um forte crescimento do transporte de carga por via ferroviária para fora de Portugal, superior ao crescimento do tráfego de passageiros em TGV com os dois portos portugueses, em articulação com plataformas logísticas espanholas (ex: Lisboa com Madrid e Sines com Saragoça);
- ao nível da mobilidade interna, a aposta prioritária seria nas comunicações e na virtualidade para reduzir necessidades de mobilidade urbana; recurso maciço às TIC designadamente sob a forma de Sistemas de Transporte Inteligente; profunda reforma da organização do transporte rodoviário metropolitano com o fim das concessões que impedem um mesmo operador de recolher e transportar passageiros em toda uma Área Metropolitana e a renovação global das frotas para motorizações menos poluentes; multiplicação de empresas que prestem serviços de transporte urbano *on demand* em veículos não poluentes, ou os coloquem à disposição dos utilizadores mediante assinatura; incentivos à utilização maciça de veículos de transporte individual eléctricos e/ou híbridos;
- ao nível das soluções energéticas no sector residencial e de serviços, a aposta iria para a redução da intensidade de consumo de combustíveis fósseis, na melhoria da eficiência de utilização do gás natural, na intervenção complementar de energias renováveis para atingir estes dois objectivos e numa renovação em larga escala das soluções de iluminação pública e privada, concentrando o investimento nos “grandes objectos urbanos de edifícios com energia zero” (produzem a energia que consomem sem perdas), parques de escritórios, condomínios fechados, grandes urbanizações. Introduzir-se-iam nas maiores cidades do País (Lisboa e/ou Porto) redes de abastecimento de hidrogénio para alimentar os veículos pesados de passageiros e os veículos privados individuais que beneficiariam de incentivos fiscais à circulação e ao consumo;
- no sector de transformação energética haveria uma forte concorrência, com o surgimento de fornecedores de gás e electricidade descentralizada em concorrência com os produtores centralizados;

quer com base na rede de gás natural e na precoce difusão de instalações de CHP (cogeração electricidade/calor) funcionando com *Solid Oxid Fuel Cells* (SOFC); quer com maior recurso à produção descentralizada de electricidade através de energias renováveis, designadamente de pequena e micro dimensões (eólicas, hídricas e solar térmica e fotovoltaica), associada a redes distribuídas de electricidade e micro-redes inteligentes; quer com base na utilização em larga escala da energia solar térmica e fotovoltaica nos edifícios actuais e futuros das maiores cidades do país; assistir-se-ia também em larga escala ao *outsourcing* das actividades de gestão energética por parte de entidades empresariais e condomínios de utilizadores (forte crescimento dos *Energy Service Providers* que alargariam o seu negócio à prestação de serviços de electricidade, calor, telecomunicações, água, conservação de energia, manutenção e reparações, etc.). Iniciar-se-ia na segunda metade do período a instalação de infra-estruturas para abastecimento dos veículos movidos a *fuel cells* recorrendo ao hidrogénio ou ao metanol;

- a agro-floresta como fonte de matéria-prima para biocombustíveis de 2ª geração; desenvolver-se-iam por um lado, pequenas e médias explorações agro-florestais promovendo a coexistência das várias actividades: agrícola, pecuária, floresta, combustíveis biológicos, com preocupações de sustentabilidade; por outro, seriam privilegiados projectos agrícolas de culturas energéticas dedicadas, em áreas não cultivadas e solos de menor potencial agrícola ou em coexistência com a agro-floresta, desenvolvendo-se melhorias genéticas de produtos florestais para utilização de biomassa lenho-celulósica (com o *know-how* das indústrias da pasta e papel); por outro lado, seriam também utilizadas micro algas para captação do CO2 libertado por instalações energéticas localizadas no litoral do País e produção de biocombustíveis de 2ª geração.

Os dois cenários, Tendencial e Mudança, são consubstanciados num perfil de evolução de variáveis demográficas e macro-económicas como apresentado na figura 2.1. até 2020. O cenário Mudança pressupõe um maior crescimento do PIB em resposta a uma maior aposta na inovação e serviços. Neste cenário ocorre um maior crescimento da indústria em áreas inovadoras e com alto nível de especialização, tais como as comunicações e electrónica, o sector automóvel e aeronáutico e o desenvolvimento de plataformas de integração e serviços associadas às multinacionais de economias emergentes da Ásia. A nível da mobilidade este cenário assume uma redução da urbanização extensiva e grande investimento na renovação urbana. O cenário Tendencial pressupõem a continuação do modelo de desenvolvimento até agora verificado em Portugal, com uma maior aposta nos serviços, em particular no Turismo e com continuação da expansão urbana para fora do centro das cidades.

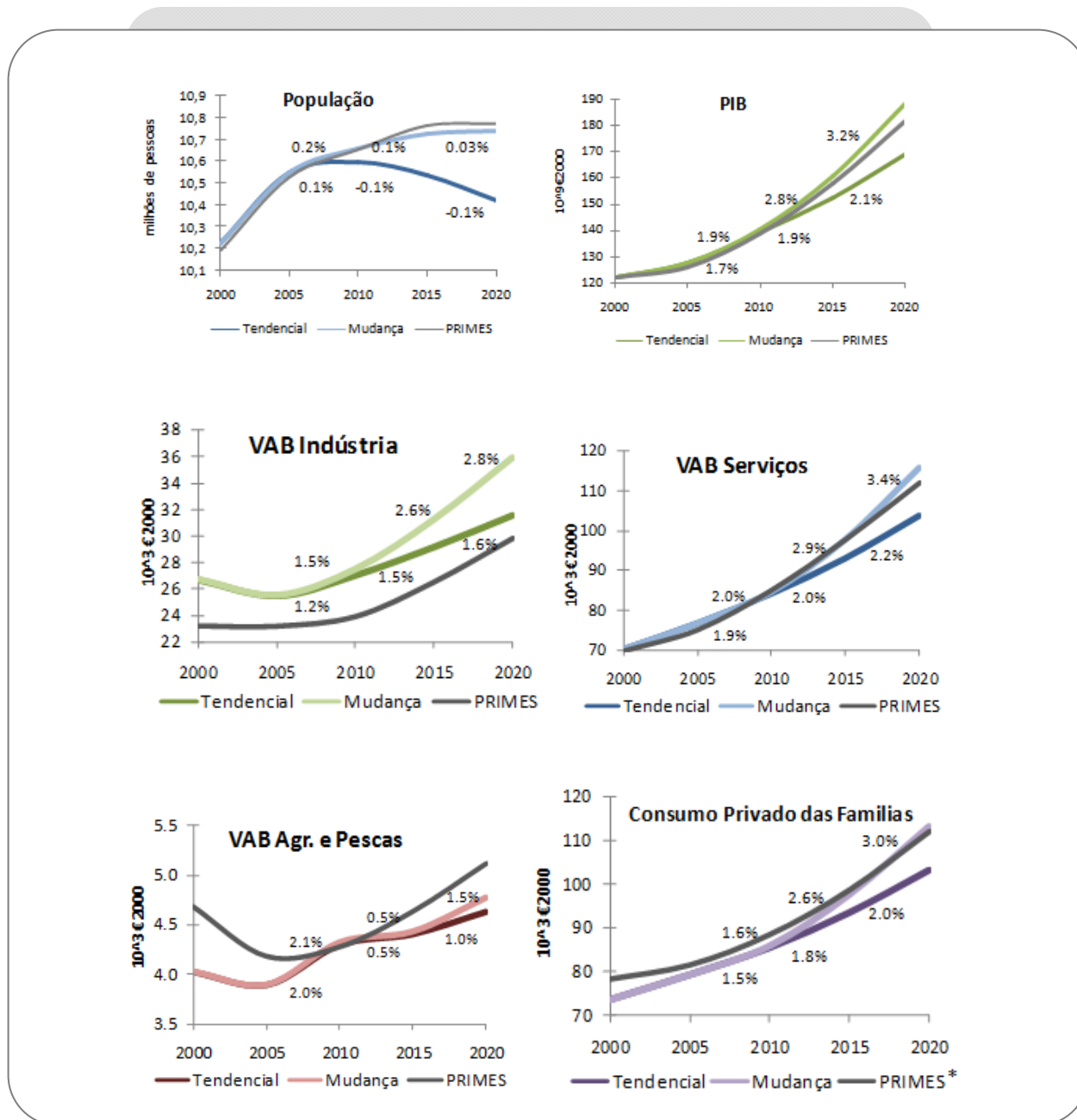


Figura 2.1: Evolução dos indicadores demográficos e macro-económicos para Portugal no período 2000-2020. Nos gráficos, a designação PRIMES refere-se à evolução considerada nos estudos da Comissão Europeia. (*No gráfico Consumo provado das Famílias, os dados PRIMES refere-se ao rendimento das famílias)

Tabela 2.1: Evolução do VAB, PIB Consumo Privado e População nos cenários Tendencial e Mudança

| | Taxas médias de variação anual (%) | | | | | | | |
|--|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | Tendencial | | | | Mudança | | | |
| | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2016-2020 | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2016-2020 |
| Valor Acrescentado Bruto (VAB) a preços base | | | | | | | | |
| Agricultura, Silvicultura e Pesca | -0,7 | 2,0 | 0,5 | 1,0 | -0,7 | 2,1 | 0,5 | 1,5 |
| Extracção e refin. carvão, petróleo e comb.nuclear | 17,7 | -0,1 | 2,0 | 2,0 | 17,7 | 0,0 | 2,0 | 2,0 |
| Electricidade, gás e vapor | 2,3 | 3,7 | 3,4 | 3,5 | 2,3 | 3,8 | 3,8 | 3,9 |
| Minérios metálicos e Metalúrgicas de base | 0,1 | 3,3 | 1,0 | 1,0 | 0,1 | 3,5 | 1,0 | 1,0 |
| Minerais não metálicos | -0,8 | 1,2 | 2,5 | 1,5 | -0,8 | 1,7 | 2,5 | 2,0 |
| Químicas | -0,7 | 2,3 | 4,0 | 4,0 | -0,7 | 2,5 | 4,0 | 2,5 |
| Pasta de papel, papel e seus artigos | 0,2 | 1,3 | 3,5 | 2,5 | 0,2 | 1,4 | 3,5 | 2,5 |
| Indústrias exportadoras tradicionais | -1,1 | 0,2 | -0,5 | -0,5 | -1,1 | 0,2 | -0,5 | 0,0 |
| Metalomecânicas e equipamentos | 1,4 | 4,1 | 1,3 | 1,0 | 1,4 | 4,2 | 4,5 | 5,5 |
| Mat.transporte, borracha, plásticos e reciclagem | 1,0 | 3,3 | -4,6 | 1,5 | 1,0 | 3,5 | 2,5 | 3,5 |
| Construção | -2,7 | -0,5 | 4,0 | 3,0 | -2,7 | 0,4 | 4,0 | 3,5 |
| Transportes terrestres e por condutas | 0,2 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 0,2 | 1,6 | 2,0 | 2,0 |
| Transportes por água e aéreos | 4,3 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 4,3 | 1,6 | 2,0 | 2,5 |
| Serviços anexos aos transportes | 3,2 | 2,4 | 3,5 | 4,0 | 3,2 | 2,6 | 4,0 | 4,5 |
| Serviços associados ao turismo (Horeca+lazer) | -0,6 | 2,5 | 3,5 | 4,0 | -0,6 | 2,7 | 4,0 | 4,5 |
| Comércio e reparação | 0,5 | 2,1 | 1,9 | 2,0 | 0,5 | 2,2 | 2,0 | 2,0 |
| Serviços às empresas | 3,1 | 2,4 | 2,4 | 2,5 | 3,1 | 2,5 | 4,0 | 4,5 |
| Serviços de saúde e acção social | 2,3 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,3 | 1,3 | 2,5 | 3,5 |
| Água e saneamento | 1,9 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 1,9 | 2,7 | 2,5 | 2,5 |
| Adm.Pública, Educação e outros serviços | 1,4 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,4 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| VAB total | 1,1 | 1,8 | 1,9 | 2,1 | 1,1 | 1,9 | 2,8 | 3,2 |
| Desagregação do VAB para o sector 'Minerais não metálicos': | | | | | | | | |
| Cimento, cal e gesso | -3,5 | 1,2 | 2,5 | 1,5 | -3,5 | 1,7 | 2,5 | 2,0 |
| Vidro | 1,3 | 1,2 | 2,5 | 1,5 | 1,3 | 1,7 | 2,5 | 2,0 |
| Cerâmica e outros min.não metálicos | -0,6 | 1,2 | 2,5 | 1,5 | -0,6 | 1,7 | 2,5 | 2,0 |
| Produto Interno Bruto a preços de mercado | | | | | | | | |
| | 0,8 | 1,7 | 1,9 | 2,1 | 0,8 | 1,9 | 2,8 | 3,2 |
| Consumo privado das famílias residentes sobre o território | | | | | | | | |
| | 1,5 | 1,5 | 1,8 | 2,0 | 1,5 | 1,6 | 2,6 | 3,0 |
| População residente (média anual) (milhares de pessoas) | | | | | | | | |
| | 0,6 | 0,1 | -0,1 | -0,2 | 0,6 | 0,2 | 0,1 | 0,0 |

2.2. Cenários de Procura de Serviços de Energia e outros Bens

O presente capítulo apresenta a metodologia utilizada para a determinação de serviços de energia (i.e. energia útil) e de outros bens para os diversos sectores de actividade económica. Consoante o sector em causa, a metodologia utilizada assenta numa abordagem *top-down*, como no caso da indústria, ou *bottom-up* nomeadamente nos sectores residencial e comercial e serviços. Na abordagem *top-down* considera-se que as taxas sectoriais de crescimento económico dos cenários prospectivos (evolução dos VAB), conjuntamente com a evolução dos preços de energia influenciam directamente a procura de energia e de outros bens, como explicado adiante. Na

abordagem *bottom-up*, as necessidades de energia útil ou de outros bens são dependentes de inúmeros parâmetros e variáveis, como é exemplo a relação entre o número de habitações e a população, resultante dos cenários prospectivos supramencionados. Importa salientar que foi levado a cabo um processo de validação dos parâmetros macro-económicos (VABs) e procura de serviços de energia, de materiais e de mobilidade (pkm, tkm) junto dos seguintes stakeholders:

AIVE - Associação dos Industriais de Vidro de Embalagem;
 ANIPC – Associação Nacional dos Industriais de Papel e Cartão;
 APEQ - Associação Portuguesa de Química;
 ATIC – Associação Técnica da Indústria do Cimento;
 CELPA - Associação da Indústria Papeleira
 CTCV - Centro Tecnológico da Cerâmica e Vidro;
 Ministério das Obras Públicas, Transportes e Comunicações;
 Galp Energia;
 Saint-Gobain Glass Portugal;
 SN Longos, S.A.

2.2.1. Indústria

A geração da procura do sector industrial encontra-se fragmentada em procura de materiais nas indústrias intensivas em energia, designadamente papel, vidro, cimento, cloro e amoníaco, e procura de energia para as restantes indústrias. Todavia, independentemente da indústria em causa, a determinação da procura baseou-se na metodologia utilizada pelo projecto Europeu *NEEDS – New Energy Externalities Development for Sustainability*⁴, e apresentada em Fortes *et al* (2008). No que concerne ao ano base (2000) a procura de energia teve por base o balanço de energia disponibilizado pela Direcção Geral de Energia e Geologia, e a de materiais dados do INE e/ou informação fornecida pelos respectivos agentes económicos.

Indústria: aumento sustentado da procura de materiais na indústria até 2020, respondendo às expectativas da evolução dos sectores industriais, e contenção na procura de energia em alguns sectores.

O apuramento do vector da procura para os cenários Tendencial e Mudança foi sujeito a um processo de validação pelos agentes económicos respectivos, nomeadamente: (i) Cimento – limite máximo de produção nacional de cimento (10.82 Mt); (ii) Vidro – procura de vidro de embalagem até 2020, e procura de vidro plano até 2010; (iii) Ferro e Aço – procura de ferro e aço até 2012, (iv) Cerâmica – taxa de crescimento do VAB do sector em 2001-2005, e 2006-2010. A procura do sector industrial para os Cenários Tendencial e Mudança, é apresentada em detalhe em anexo na Tabela A1.1, ilustrando-se a evolução da procura de materiais na Figura 2.2 e a de energia na Figura 2.3.

⁴ <http://www.needs-project.org/>

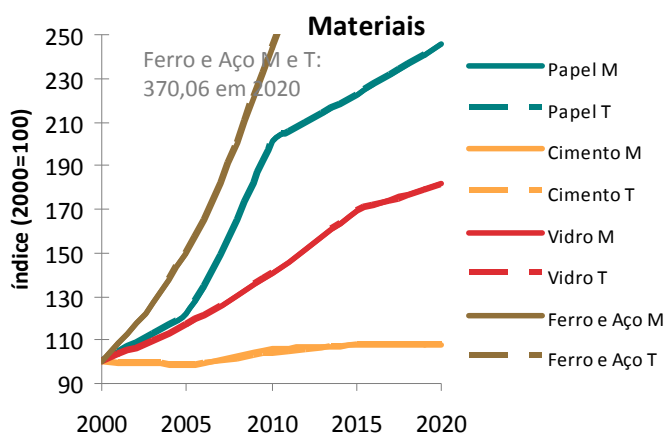


Figura 2.2: Evolução, em termos de índice (2000=índice 100) para o período analisado de variáveis seleccionadas de procura de materiais na indústria para os cenários Tendencial (T) e Mudança (M)

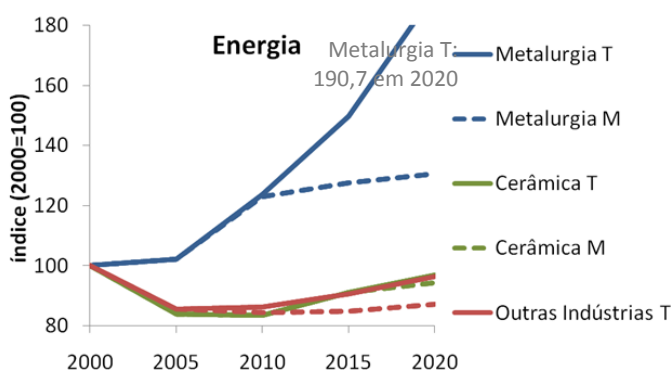


Figura 2.3: Evolução, em termos de índice (2000=índice 100) para o período analisado de variáveis seleccionadas de procura de energia na indústria para os cenários Tendencial (T) e Mudança (M)

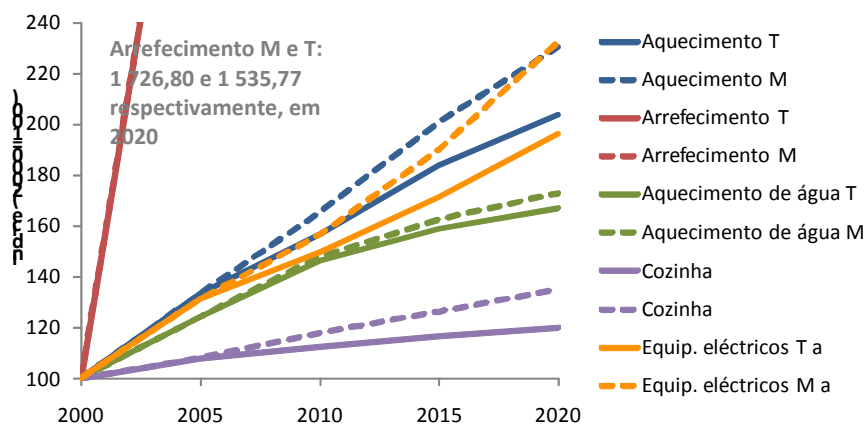
2.2.2. Sector Residencial

A procura de energia do sector residencial encontra-se repartida em diversas categorias, nomeadamente consumo de energia para aquecimento, arrefecimento, aquecimento de água, cozinha, refrigeração, iluminação e energia consumida por diversos equipamentos eléctricos tais como, máquina de lavar roupa, máquina de lavar loiça, máquina de secar roupa e outros, as quais suportam-se em metodologias distintas. Na determinação da procura de energia associada ao sector doméstico, com excepção da refrigeração, são apenas consideradas as primeiras habitações assumindo-se, para estas, uma taxa de ocupação de 100%. Este pressuposto, em termos de consumo energético, é equivalente a assumir as taxas de ocupação real das primeiras e segundas habitações, já que o consumo energético não ocorrerá simultaneamente nos dois locais. Adicionalmente, as habitações foram ainda distribuídos por período de construção (construídos antes de 1990, construídos entre 1990 e 2000 e construídos após 2000), tipologia (moradia em zona rural, moradia em zona urbana e apartamento) e localização (Norte ou Sul), na medida em que estas características determinam necessidades de aquecimento e arrefecimentos distintas. A metodologia para apuramento das necessidades de

Sector Residencial:

crescimento acima de 150% no período 2000 a 2020 de todos os serviços de energia nas habitações, excepto de energia para cozinha.

energia útil total anual para os diversos usos do sector residencial é explicada em Fortes *et al* (2008), encontrando-se na tabela A1.2 (em Anexo) e figura 2.4 os respectivos valores da procura de energia anual útil.



Nota: a - Os equipamentos eléctricos incluem: máquina de lavar roupa, loiça, secar roupa e outros equipamentos eléctricos.

Figura 2.4: Evolução, em termos de índice (2000=índice 100) para o período analisado de variáveis seleccionadas de procura de energia útil para os cenários Tendencial (T) e Mudança (M)

2.2.3. Sector Comercial e Serviços

Tal como no sector residencial, a procura de energia do sector comercial encontra-se repartida em diversas categorias, nomeadamente consumo de energia para aquecimento, arrefecimento, aquecimento de água, cozinha, refrigeração, iluminação, iluminação pública e energia consumida por equipamentos eléctricos, suportada por metodologias distintas. Para algumas das categorias de procura de energia é considerada uma divisão do sector comercial em turismo e outros serviços, incluindo-se nestes, os escritórios, hospitais, restaurantes, supermercados, escolas, e museus, entre outros. Adicionalmente, o sub-sector turismo foi dividido em (i) alojamentos com necessidades de energia semelhantes aos alojamentos residenciais, incluindo apartamentos turísticos, estalagens, pensões, turismo rural e casas de campo, e (ii) alojamentos com necessidades de energia superiores, como hotéis, hotéis-apartamentos, pousadas e turismo de habitação e por localização norte e sul do País.

A determinação da procura de energia útil total anual do sector comercial assenta, entre outros factores, no aumento da respectiva área. Independentemente do tipo de comércio, a sua área foi repartida em m² novos (construídos após 2000) e existentes (construídos anteriormente ou durante 2000), na medida em que apresentam necessidades energéticas distintas, inerentes sobretudo ao isolamento dos edifícios. A metodologia para apuramento das necessidades de energia útil total anual para os diversos usos do sector dos serviços e comercial é explicada em Fortes *et al* (2008), apresentando-se os valores da procura de energia anual útil na tabela A1.3 (em Anexo) e figura 2.5.

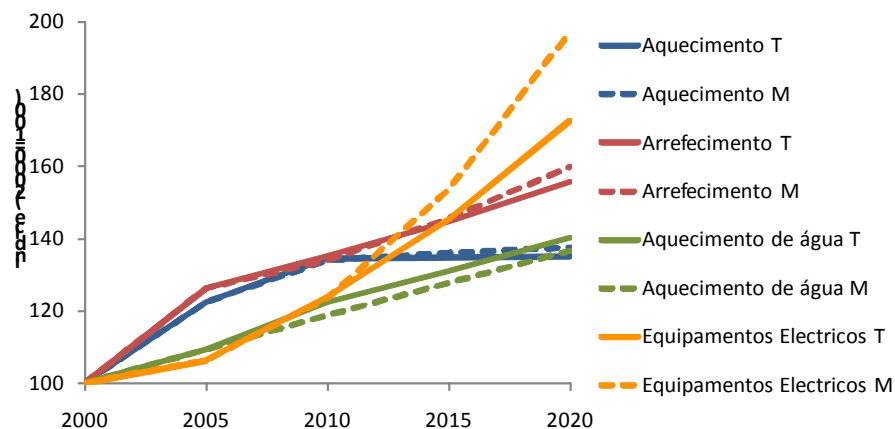


Figura 2.5: Evolução, em termos de índice (2000=índice 100) para o período analisado de variáveis seleccionadas de procura de energia útil para os cenários Tendencial (T) e Mudança (M)

2.2.4. Agricultura

A determinação da procura de energia útil no sector Agricultura e Pecuária assenta na sua taxa de crescimento do valor acrescentado bruto, cujas projecções se suportam no estudo realizado pelo Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (Ribeiro *et al*, 2008a), e na intensidade energética do sector. A metodologia é apresentada em Fortes *et al*, (2008), tendo-se apurado os valores de procura de energia útil para os cenários Tendencial e Mudança, constantes da tabela A1.4, em Anexo.

Para o sector agrícola e pecuário, e para além da componente relativa ao consumo de energia, foram tidas em consideração outras variáveis de actividade com impacto no balanço de emissões de GEE, designadamente as projecções do número de efectivos pecuários (Tabela 2.2). Adicionalmente, foi considerado o azoto aplicado no solo sob a forma de fertilizantes sintéticos, tendo-se considerado para 2020 um valor aproximado de 150000 t (143107 t em 2005), não tendo sido feita qualquer distinção entre cenário Tendencial e Mudança. Os valores de projecção para estas variáveis de actividade tiveram em consideração os dados constantes do Inventário Nacional de Emissões (APA, 2007) e pressupõem uma evolução da agricultura Portuguesa, no quadro actual e previsto da Política Europeia para o sector. Os valores de projecção para 2020 foram fornecidos pelo Gabinete de Planeamento e Políticas (GPP) do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas (MADRP).

Agricultura: evolução estável das actividades do sector agrícola com impacto na geração de emissões de GEE, com redução de 30% nos efectivos pecuários no período 2000-2020.

Tabela 2.2: Evolução dos efectivos pecuários no período 2000 a 2020

| (1000 indivíduos) | 2000 | 2005 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|-------------------|-------|-------|-------|--------------------|
| Vacas leiteiras | 361 | 330 | 250 | -30,75 |
| Outros bovinos | 1 054 | 1 093 | 1 076 | 2,09 |
| Ovelhas | 2 417 | 2 319 | 1 802 | -25,43 |
| Outros ovinos | 1 061 | 1 071 | 1 037 | -2,28 |
| Cabras | 461 | 381 | 303 | -34,23 |

| (1000 indivíduos) | 2000 | 2005 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Outros caprinos | 100 | 93 | 134 | 34,40 |
| Porcas reprodutoras | 325 | 312 | 299 | -8,00 |
| Outros suínos | 2 032 | 2 002 | 1 928 | -5,12 |
| Cavalos | 58 | 64 | 61 | 4,58 |
| Mulas e burros | 69 | 43 | 32 | -53,03 |
| Coelhos | 356 | 363 | 264 | -25,82 |
| Frangos de carne e galos | 26 999 | 23 631 | 19 190 | -28,92 |
| Galinhas poedeiras e reprodutoras | 12 397 | 13 787 | 8 238 | -33,55 |
| Perús | 1 283 | 1 020 | 1 043 | -18,68 |
| Patos, Gansos e pintadas | 804 | 804 | 785 | -2,31 |
| TOTAL ANIMAIS | 49 777 | 47 313 | 36 444 | -26,79 |

Fonte: NIR 2007 (APA) e GPP (MADRP).

2.2.5. Transportes e Mobilidade

A base subjacente à geração de procura de transportes de passageiros e mercadorias é a desenvolvida em PNAC 2006 (APA, 2006), tendo-se concluído existir uma aderência da procura de transporte de passageiros no cenário Tendencial ao cenário alto do PNAC 2006. Os dados relativos à procura de transporte de passageiros no cenário Mudança apresentam, comparativamente ao Tendencial, uma redução da mobilidade em curta distância e um acréscimo da mobilidade de longa distância, resultando no mesmo nível de mobilidade global (quando medido em pkm). Assim, respeitando a fundamentação (Ribeiro *et al*, 2008a) dos cenários macro-económicos e as variáveis económicas daí resultantes, sistematizados na Tabela 2.1, em particular o que diz respeito a (i) Transportes terrestres e por condutas, (ii) Transportes por água e aéreos, (iii) Produto Interno Bruto, (iv) Consumo privado das famílias residentes sobre o território, e (v) População residente, foram obtidos os dados de procura de transporte constantes na tabela A1.5, em Anexo. A Figura 2.6. ilustra a evolução de variáveis de procura de mobilidade para os cenários Tendencial e Mudança.

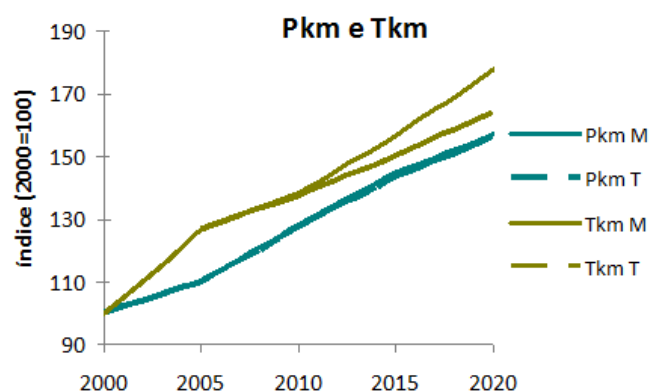


Figura 2.6: Evolução, em termos de índice (2000=índice 100) para o período analisado de variáveis de procura de mobilidade para os cenários Tendencial (T) e Mudança (M)

Transportes: Crescimento significativo da procura de mobilidade de passageiros no período 2000-2020, com aumentos de 100-120% na procura de automóveis para longa distância e de 10-20% de automóveis para curta distância, de 90-150% de ferroviário ligeiros (metropolitanos) e 16-37% de ferroviário convencional. Aumento da procura de transporte de mercadorias de forma similar (30-45%) para os modos rodoviário e ferroviário convencional.

2.2.6. Resíduos e Águas Residuais

A interpretação dos cenários macro-económicos Tendencial e Mudança correspondem, globalmente, aos objectivos constantes nos cenários Moderado e Optimista, respectivamente, considerados no Plano Estratégico para os **resíduos sólidos urbanos (RSU) II** (PERSU II, Portaria 187/2007, de 12 de Fevereiro). Estes cenários diferem entre si, essencialmente, na extensão do objectivo de eliminação da deposição de RUB (resíduos urbanos biodegradáveis) em aterro em 2016 (Directiva Aterros), ao qual está associada a necessidade de ampliar a capacidade de Tratamento Mecânico e Biológico (TMB) quer em unidades existentes, quer em novas unidades. Ambos consideram o aumento da capacidade de incineração (RSU e CDR⁵) por via: i) da construção de novas linhas em instalações existentes (Lipor e Valorsul), ii) incineração de CDR (conjuntamente c/ lamas) em duas novas instalações e, iii) incineração de CDR na indústria (e.g. cimenteiras), sendo neste caso mais relevante no cenário de mudança, por via da maior disponibilidade de CDR, produzido nas instalações de TMB.

No que se refere aos **resíduos sólidos industriais (RI)**, consideram-se os cenários da Agência Portuguesa do Ambiente definidos no âmbito do PNAC 2006 relativos à sua deposição em aterro. Assim, o cenário conservativo, com correspondência ao cenário tendencial, assume uma taxa de aumento anual de produção de RI de 2%, enquanto o cenário de mudança, tendo em conta a estratégia de prevenção da produção de RI prevista no Plano Nacional de Prevenção de Resíduos Industriais (PNAPRI), considera um potencial de prevenção crescente atingindo 9,2% a partir de 2016, que está associado ao número de empresas com estratégias de prevenção em curso.

Para o caso das **águas residuais domésticas**, foram considerados dados de base para os anos 1995/2002/2005 constantes do Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Água e de Águas Residuais (INSAAR), tendo-se definido os cenários Tendencial e Mudança em função da população.

A estimativa dos dados de actividades das **águas residuais industriais** foi efectuada com base na cenarização da evolução dos VAB sectoriais. A Tabela 2.3 apresenta, para os dois cenários, os níveis de actividades para o Sector dos Resíduos e Águas Residuais.

Assim, e globalmente, o cenário de Mudança, comparativamente ao cenário Tendencial:

- i. Privilegia a incineração em detrimento da deposição de RSU em aterro,
- ii. Ao admitir a implementação de estratégias de prevenção, reduz a quantidade de RI depositados sujeitos a deposição,
- iii. Implicará o tratamento de uma carga orgânica (Ag. Residuais Domésticas) superior, em função da população,
- iv. Implicará o tratamento de uma carga orgânica (Ag. Residuais Industriais) menor, em função de um menor VAB do sector químico.

Resíduos: Expectativa de crescimento de produção de resíduos sólidos urbanos per capita de x% no período 2005-2020, com alterações significativas no perfil de destino final, com decréscimo de X% da componente deposição em aterro e aumento X% da componente incineração.

⁵ Combustível Derivado de Resíduo.

Tabela 2.3: Níveis de actividades para o Sector dos Resíduos e Águas Residuais (Cenários Tendencial e Mudança)

| <i>valores em tonelada</i> | Cenário Tendencial / Cenário de Mudança | | |
|--|---|----------------------------|----------------------------|
| | 2005 | 2015 | 2020 |
| TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS | | | |
| Tratamento e Deposição de Resíduos Sólidos no solo | 3 641 946 | 1 617 705/1 510 757 | 1 466 701/1 006 158 |
| Tratamento e Deposição no solo - Resíduos Sólidos Urbanos | 3 178 515 | 1 052 786/997 357 | 842 985/439 823 |
| Tratamento e Deposição no solo - Resíduos Industriais | 463 431 | 564 919/513 400 | 623 717/566 335 |
| Incineração de resíduos | 1 051 766 | 1 854 200/1 854 200 | 1 610 490/1 760 923 |
| Incineração de resíduos - Resíduos Sólidos Urbanos | 1 049 387 | 1 851 786/1 851 786 | 1 608 240/1 758 674 |
| Incineração de resíduos - Resíduos Hospitalares | 2 379 | 2 414/2 414 | 2 250/2 250 |
| Gestão e Tratamento de Águas Residuais | | | |
| Tratamento de Águas Residuais – AR Domésticas (t CBO₅) | 223 287 | 226 971/230 400 | 224 710/230 400 |
| Descarga no meio (s/ tratamento) | 41 719 | 4 160/4 223 | 4 119/4 223 |
| Sistemas individuais (s/ drenagem: latrinas, fossas sépticas) | 28 326 | 14 792/15 016 | 14 645/15 016 |
| Fossas sépticas colectivas | 11 171 | 11 171/11 339 | 11 171/11 454 |
| Tratamentos primários | 14 075 | 14 075/14 288 | 14 075/14 431 |
| Tratamentos secundários/terciários | 79 834 | 114 344/116 071 | 113 038/115 900 |
| Tratamento Lamas | 48 161 | 68 429/69 462 | 67 662/69 375 |
| Tratamento de Águas Residuais – AR Industriais | | | |
| Carga total (t CQO) | 2 274 398 | 2 581 721/2 588 534 | 2 825 942/2 759 615 |
| hab.eq. | 36 698 560 | 44 144 093/44 301 887 | 50 338 526/48 332 242 |

2.2.7. Actividades geradoras de gases fluorados

A base da metodologia de projecção das actividades geradoras de gases fluorados é a desenvolvida em PNAC 2006 (APA, 2006) e no Inventário Nacional de Emissões (APA, 2007), admitindo alterações nas projecções, na sequência do estudo realizado pelo Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais (Ribeiro *et al*, 2008a). Assim, para os sectores constantes na tabela 3.15, a projecção das unidades de equipamentos foi feita com base na projecção do VAB (taxa anual), enquanto para os restantes foram mantidas as projecções do PNAC ou foram consideradas actualizações suportadas pelos responsáveis do sector, como foi o caso dos extintores e produção eléctrica. Utilizou-se apenas o cenário Tendencial por não se verificarem alterações significativas nos valores finais de gases fluorados gerados, relativamente ao cenário

F-Gases: Aumento importante do parque de equipamentos de refrigeração doméstica e ar condicionado doméstico, e móvel em ligeiros de passageiros, com impacto directo na produção de emissões de gases fluorados com elevado potencial de aquecimento global.

de Mudança. Os valores de VABs sectoriais utilizados como base para a projecção das actividades geradoras de gases fluorados estão sistematizados na Tabela A1.6 (em Anexo), tendo-se obtido a projecção de equipamentos com gases fluorados relativos à produção de equipamentos (tabela 2.4) e à operação de equipamentos (tabela 2.5).

Tabela 2.4: Unidades consideradas na produção de equipamentos utilizadores de gases fluorados

| | | 2005 (NIR) | 2015 | 2020 |
|--|---------------------------------------|------------|-------|-------|
| Refrigeração doméstica (1000 unidades) | Frigoríficos | 310,2 | 408,4 | 429,2 |
| | Arcas | 224,6 | 295,8 | 310,9 |
| Refrigeração comercial (1000 unidades) | | 99,7 | 131,3 | 137,9 |
| Ar condicionado doméstico (1000 unidades) | | 99,5 | 220,0 | 446,9 |
| Ar condicionado industrial (1000 unidades) | Equipamentos pequena e média dimensão | 5,3 | 10,3 | 9,8 |
| | Equipamentos grande dimensão | 5,7 | 7,1 | 10,3 |
| Ar condicionado móvel (1000 unidades) | Veículos ligeiros | 150,5 | 150,5 | 150,5 |
| | Veículos pesados | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| Veículos refrigerados (1000 unidades) | | 1,0 | 0,6 | 0,4 |
| MDI – Inaladores (1000 unidades) | | 378,9 | 250,9 | 207,5 |
| Espumas (t) | PES – HFC 152a | 556,2 | 734,5 | 904,5 |
| | PUR – HFC 152a | 56,0 | 72,0 | 91,1 |
| | PUR – HFC 134a | 11,5 | 14,8 | 18,7 |
| Extintores (t) | HFC-23 | 4 | 5 | 5 |
| | HFC-227ea | 14 | 15 | 15 |

Tabela 2.5: Unidades consideradas na operação de equipamentos

| | | 2005 | 2015 | 2020 |
|--|----------------------------------|--------|--------|--------|
| Refrigeração doméstica (1000 unidades) | Frigoríficos | 5462,4 | 6596,7 | 7174,7 |
| | Arcas | 3004,3 | 3628,2 | 3946,1 |
| Refrigeração comercial (1000 unidades) | Câmara Frigorífica | 100,4 | 125,2 | 142,4 |
| | Expositores (m. lineares) | 997,4 | 1207,8 | 1345,3 |
| | Arcas | 55,1 | 56,8 | 58,3 |
| | Frigoríficos | 29,2 | 30,4 | 31,5 |
| | Mini-frigoríficos | 60,7 | 77,7 | 87,9 |
| | Grandes superfícies ¹ | 246,0 | 282,6 | 282,6 |
| Ar condicionado doméstico (1000 unidades) | | 563,9 | 1367,3 | 2304,9 |
| Ar condicionado industrial (1000 unidades) | Equipamentos pequena dimensão | 13,5 | 25,9 | 29,6 |
| | Equipamentos média dimensão | 19,3 | 37,0 | 42,2 |
| | Equipamentos grande dimensão | 8,1 | 16,5 | 22,3 |
| Ar condicionado móvel (1000 unidades) | Ligeiros de passageiros | 101,9 | 284,8 | 374,7 |
| | Ligeiros comerciais | 72,7 | 127,5 | 152,4 |
| | Pesados comerciais | 84,1 | 192,4 | 230,3 |
| | Pesados de passageiros | 6,3 | 11,4 | 13,0 |
| Veículos refrigerados (1000 unidades) | | 15,0 | 23,2 | 25,7 |
| Espumas (t) | PES – HFC 152a | 4,5 | 8,4 | 10,7 |
| Equipamento eléctrico (t SF6) | Sem evolução tecnológica | 46,1 | 145,7 | 403,3 |
| | Com evolução tecnológica | 46,1 | 138,2 | 378,3 |

Nota: ¹Os valores indicados referem-se a toneladas de gás (R404a).

Foi avaliado um cenário Tendencial + Medidas que considera um controle de fugas na produção, operação e abate de equipamentos, de acordo com a Proposta de Regulamento do Parlamento Europeu e do Conselho para determinados gases fluorados (2003/0189A) e com os Regulamentos da Comissão 1493/2007, 1494/2007, 1497/2007 e 1516/2007 de 17 de Dezembro. Não sendo possível avaliar a eficácia destes instrumentos para Portugal, considerou-se a redução obtida pelo mecanismo holandês STEK⁶, que apura uma redução da taxa de fugas na operação de 15% para 5,5%, a que corresponde uma redução global de 64% das emissões de GEE em 12 anos, a partir de 2009. O controle das fugas na produção e abate de equipamentos de frio foi analisado utilizando o valor mínimo proposto pelas *Guidelines IPCC* (IPCC, 2006) nas perdas ($k=0,2$) durante o enchimento de equipamentos de refrigeração doméstica, comercial, ar condicionado doméstico e comercial, e ar condicionado móvel, e o valor máximo de recuperação no abate de ar condicionado individual ($z=70,0$), e móvel ($z=50,0$).

⁶ www.stek.nl

3. QUADRO METODOLÓGICO

Os cenários de evolução macro-económica elaborados determinaram a procura de serviços de energia (e.g. aquecimento, arrefecimento, iluminação, cozinha, e outros usos) para os sectores residencial e serviços, a procura de mobilidade e a procura de outros bens e matérias-primas para a indústria (cimento, ferro e aço, vidro, cerâmica, química, pasta de papel e papel e outra indústria), resultando nos cenários de procura designados por Tendencial e Mudança, e apresentados no capítulo anterior.

A avaliação do impacto das propostas contidas no Pacote Energia-Clima em Portugal para 2020 implica a estimação do quadro de emissões de GEE, identificado separadamente para as actividades abrangidas e não abrangidas pelo CELE, bem como da componente de origem renovável no balanço nacional de energia final para 2020. Estes aspectos derivam (i) das actividades energéticas, concretizado na matriz de consumo de energia final e no perfil tecnológico de produção e uso de energia, e (ii) das actividades não energéticas, emissoras de GEE, nomeadamente agricultura e pecuária, resíduos e águas residuais e gases fluorados.

O nível das actividades não energéticas foram projectadas com base na evolução de variáveis de projecção, apresentadas no capítulo anterior, tendo a estimação das emissões de GEE seguido a metodologia do NIR (APA, 2007). As actividades do sistema energético (oferta e procura) até 2020 foi modelado com recurso ao modelo TIMES_PT que é um modelo de optimização de base tecnológica, detém uma base de dados de tecnologias de energia, caracterizadas por parâmetros técnicos e de custo, e tem como função-objectivo a minimização do custo do sistema energético. Conforme detalhado mais adiante neste capítulo, o modelo fornece a solução tecnológica de menor custo para a satisfação de serviços de energia, combinando tecnologias existentes e novas (e.g. bombas de calor) e recorrendo a diferentes formas de energia, respeitando o quadro fornecido de políticas e medidas, e o potencial de recursos energéticos endógenos. Os pressupostos, metodologias e bases de dados utilizados foram apresentados e validados por diversos stakeholders nacionais⁷, num processo iniciado no workshop de 17 de Dezembro de 2007.

De salientar que foi acomodado no modelo TIMES_PT um conjunto de políticas e medidas (P&M) destacando-se as elencadas nas seguintes fontes: (i) Energia e Alterações Climáticas: mais investimento, melhor ambiente. Fevereiro de 2007, Ministério da Economia e da Inovação; (ii) Segurança de Abastecimento ao nível da Produção de Electricidade – Período 2008-2030. Abril de 2007, REN; (iii) Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico. Setembro de 2007, INAG, DGEG, REN; (iv) Plano Estratégico Nacional para o Turismo; (v) Projectos de Interesse Nacional; (vi) Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008, relativo ao PNAC 2006 e Novas Metas 2007, (vii) Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE). Assim, foram considerados para análise 4 cenários de P&M caracterizados como se segue, e que resultam nos respectivos cenários de emissões para 2020, como ilustrado na figura 3.1.

1. Cenário *Business-as-usual* (BAU): i) Procura tendencial e ii) P&M implementadas até 31 de Dezembro de 2007, cuja especificação e metas se apresentam no Anexo B.
2. Cenário *Quioto Tendencial* (QUIT): i) Procura Tendencial e ii) P&M implementadas e as aprovadas até 31 de Dezembro de 2007 mas ainda não implementadas, cuja especificação e metas se apresentam no Anexo

⁷Associação Técnica da Indústria do Cimento; Centro Tecnológico da Cerâmica e Vidro; Associação dos Industriais de Vidro de Embalagem; Saint-Gobain Glass Portugal; SN Longos, S.A.; Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres e Gabinete de Planeamento, Estratégia e Relações Internacionais do MOPTC; GALP Energia; AoSol (Prof. Collares Pereira); EDP; TEJO Energia; Turbo Gás; COGEN Portugal; REN; INETI (Eng. Hélder Gonçalves).

B, salientando-se o PNAC 2006 e Novas Metas de 2007 [RCM 1/2008, de 4 Janeiro], com vista ao cumprimento do Protocolo de Quioto.

3. Cenário Quioto Mudança (QUIM), i) Procura Mudança e ii) P&M implementadas e as aprovadas até 31 de Dezembro de 2007 mas ainda não implementadas, cuja especificação e metas se apresentam no Anexo B, salientando-se o PNAC 2006 e Novas Metas de 2007 [RCM 1/2008, de 4 Janeiro], com vista ao cumprimento do Protocolo de Quioto.
4. Cenário Road Map Renováveis (RMAP): i) Procura Tendencial, ii) P&M relativa ao PNAC 2006 e Novas Metas 2007, bem como novos objectivos adicionais para a produção de energia de fonte renovável, e a suspensão de actividade da central a carvão de Sines, configurando desde logo o caminho para o cumprimento da proposta da CE no que se refere à Meta de Renováveis (31% da componente de origem renovável no balanço nacional de consumo final de energia). As especificações e metas deste cenário apresentam-se no Anexo B.

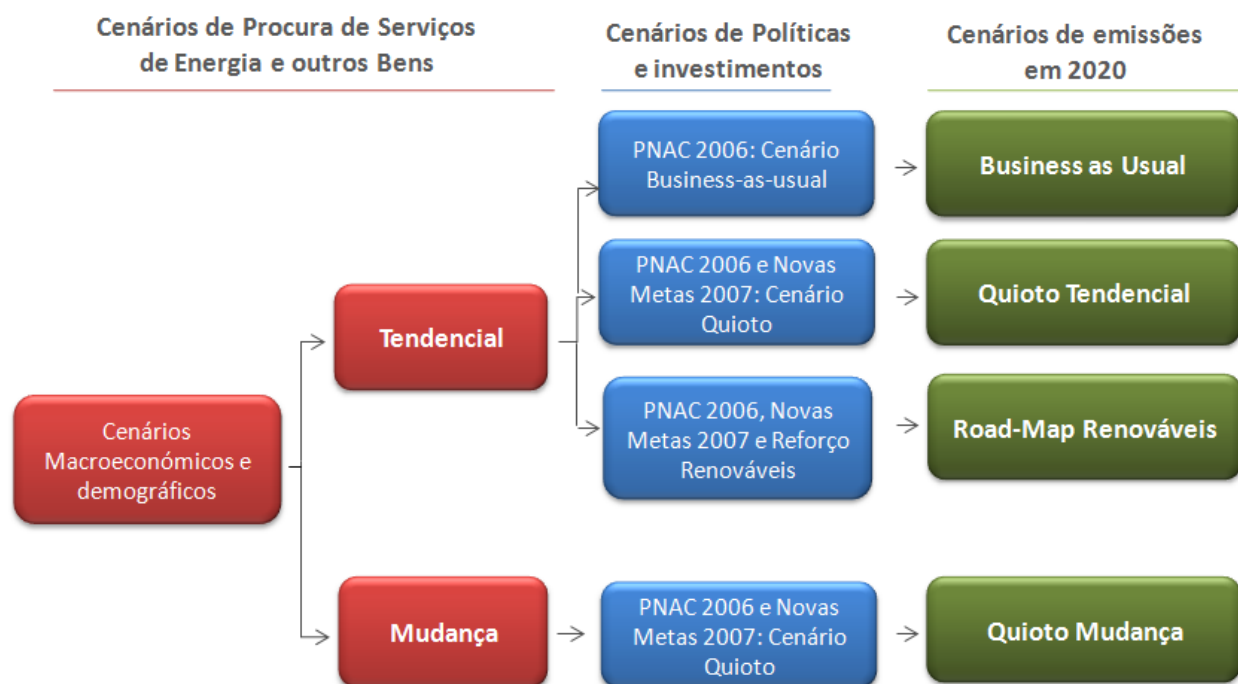


Figura 3.1: Sequência dos cenários macroeconómicos e demográficos, de procura (Tendencial e Mudança), de políticas e medidas e respectivos cenários de emissões de GEE em 2020.

Deverá ainda ser referido que o cenário RMAP inclui, não só os pressupostos relativos à implementação de tecnologias de geração de electricidade, como também as tendências previstas pela DGEG referentes à substituição de combustíveis, em particular nos sectores residencial, indústria e comercial. Por esse motivo, neste cenário foram definidos de forma exógena e impostos ao modelo TIMES_PT, a evolução de consumos de energia final de 2010 a 2020 para a biomassa e GPL no sector residencial, electricidade no sector comercial e carvão, coque, solar térmico, electricidade e gás natural na indústria, garantindo-se assim a máxima aderência ao cenário desenvolvido pela DGEG com vista ao cumprimento com a meta de renováveis do pacote energia-clima.

No cenário Business as Usual, Quioto Tendencial, e Road Map Renováveis, foram introduzidos factores de inércia relativamente à penetração de equipamentos eficientes e à mudança de tipos de energia final. Esta necessidade

advém do facto de abrandar a introdução de tecnologias eficientes, que o TIMES_PT adopta de forma imediata em larga escala, dada a sua custo-eficácia. Na realidade, os consumidores não se comportam de forma perfeita, pelo que os factores de inércia tendem a traduzir o comportamento real do sistema. Saliente-se que os factores de inércia foram decididos de forma a acompanhar as expectativas previstas no PNAEE.

Relembre-se que, no exercício de modelação, não foram impostas quaisquer reduções de emissões de GEE, para além das inerentes às P&M já integradas nos cenários, uma vez que se tem por objectivo avaliar o quadro de emissões expectável para o País, com as condições que se conhecem actualmente, e numa abordagem de redução interna custo-eficaz.

3.1. Breve descrição do modelo TIMES_PT

O TIMES_PT é um modelo tecnológico de optimização linear que resulta da implementação para Portugal do gerador de modelos de optimização de economia - energia - ambiente de base tecnológica TIMES⁸ desenvolvido pela ETSAP⁹ da Agência Internacional para a Energia. A estrutura genérica do TIMES pode ser adaptada por cada utilizador para simular um sistema energético específico, à escala local, nacional ou multi-regional. O TIMES_PT foi inicialmente desenvolvido no âmbito do projecto europeu NEEDS¹⁰, integrando um modelo TIMES pan-europeu utilizado para a estimativa dos custos totais europeus (incluindo externalidades) da produção e consumo de energia. O objectivo principal de um qualquer modelo TIMES é a satisfação da procura de serviços de energia ao menor custo possível. Para tal, são consideradas em simultâneo opções de investimento e operação de determinadas tecnologias, fontes de energia primária e importações e exportações de energia, de acordo com a seguinte equação (Loulou *et al*, 2005a):

$$NPV = \sum_{r=1}^R \sum_{y \in YEARS} (1 + d_{r,y})^{REFYR-y} \cdot ANNCOST(r, y)$$

NPV: valor actualizado líquido dos custos totais

ANNCOST: custo anual total

d: taxa de actualização

r: região

y: anos

REFYR: ano de referência para actualização

YEARS: conjunto de anos para os quais existem custos (todos os do horizonte de modelação)¹¹

Para cada ano, os modelos TIMES calculam a soma actualizada dos custos totais menos proveitos. No caso do modelo TIMES_PT são considerados os custos de investimento e de operação e manutenção (fixos e variáveis) das diversas tecnologias de produção e consumo de energia, bem como o ISP (imposto sobre produtos petrolíferos). Os proveitos normalmente considerados nos modelos TIMES incluem subsídios e recuperação de materiais, os quais não estão considerados no modelo TIMES_PT. Poderão ser obtidas mais informações sobre o desenvolvimento do TIMES e respectivas equações em Loulou *et al* (2005a, 2005b).

⁸ TIMES é um acrónimo para The Integrated Markal-EFOM System. Tanto o Markal - MARKet Allocation e o EFOM - Energy Flow Optimisation Model são modelos energéticos de base tecnológica desenvolvidos pela AIE nas décadas de 80 e 70, respectivamente.

⁹ ETSAP – Energy Technology Systems Analysis Programme da Agência Internacional da Energia. <http://www.etsap.org/index.asp>

¹⁰ New Energy Externalities Developments for Sustainability - <http://www.needs-project.org/nf2.asp>

¹¹ Todos os anos no horizonte de modelação + anos passados se foram definidos custos para investimentos passados + um número de anos após o tempo de vida das tecnologias caso se considerem custos de desmantelamento.

O modelo TIMES_PT representa o sistema energético Português de 2000 a 2030, incluindo os seguintes sectores¹²: oferta de energia primária (refinação e produção de combustíveis sintéticos, importação e recursos endógenos); geração de electricidade; indústria (cimento, vidro, cerâmica, aço, química, pasta de papel e papel, cal e outras industriais); residencial; terciário; agricultura, silvicultura e pescas (apenas a componente de consumo de energia) e transportes. Em cada sector são modelados em detalhe os fluxos monetários, de energia e de materiais associados às diversas tecnologias de produção e consumo de energia, incluindo balanços de massa para alguns sectores industriais. A estrutura simplificada do modelo TIMES_PT é apresentada na Figura 3.2, bem como os seus principais inputs e outputs.

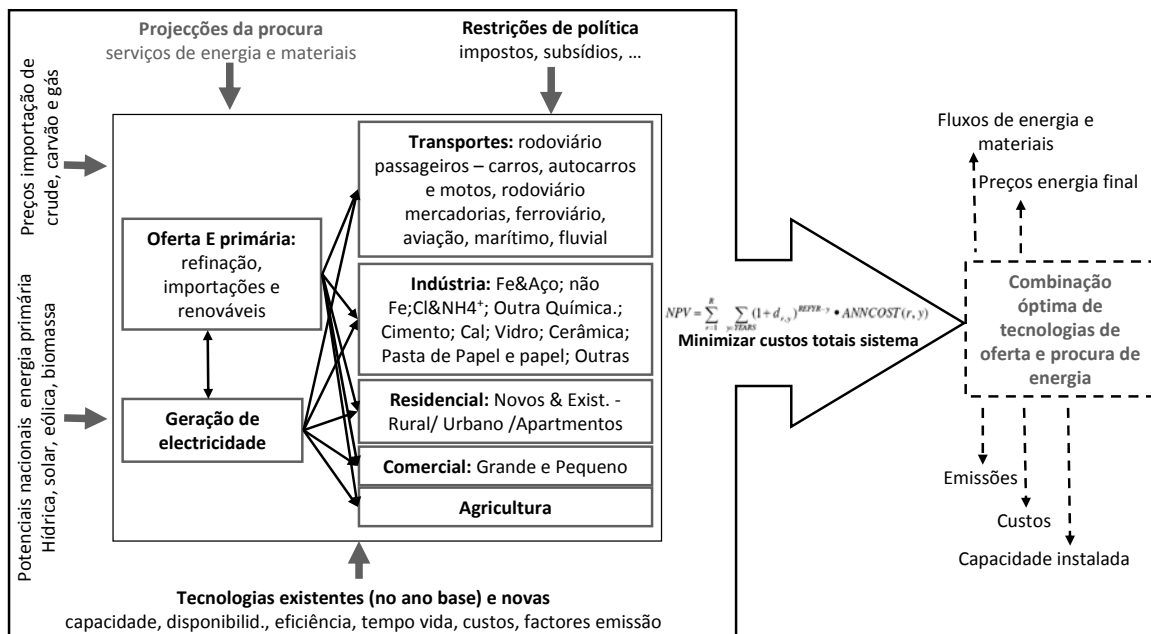


Figura 3.2: Representação esquemática do modelo TIMES_PT

A implementação do TIMES_PT requer a especificação de um conjunto de inputs exógenos (detalhados na secção seguinte): i) procura de serviços de energia (ex: iluminação no sector residencial) conforme apresentado no capítulo 2; ii) características técnico-económicas das tecnologias existentes no ano base, assim como das tecnologias futuras (ex: eficiência, rácio input/output, factores de disponibilidade, custos de investimento, operação e manutenção e taxa de actualização); iii) fontes de energia primária disponíveis, actualmente e no futuro, em particular o potencial de utilização de recursos energéticos endógenos, e iv) restrições de política, tais como objectivos de produção ou impostos de energia. Por fim, deverá referir-se que este tipo de modelos, por serem de equilíbrio parcial, não consideram as interações económicas fora do sector energético, como sejam implicações ao nível do emprego. Para além disso, não são considerados custos de I&D nem curvas de procura detalhadas, bem como aspectos irracionais que condicionam o investimento em novas tecnologias mais eficientes, i.e. preferências motivadas por estética ou estatuto social. Assim, este modelo assume que os agentes têm perfeito conhecimento do mercado, presente e futuro.

¹²A correspondência entre os sectores TIMES_PT e a Classificação de Actividades Económicas encontra-se no Anexo C.

3.2. Inputs exógenos ao modelo TIMES_PT

Times_PT: modelo tecnológico de optimização linear, que representa o sistema energético Português de 2000 a 2030. Tem como objectivo principal a satisfação da procura de serviços de energia ao menor custo possível, considerando em simultâneo opções de investimento e operação de determinadas tecnologias, fontes de energia primária e importações e exportações de energia.

Uma das variáveis a introduzir exógenamente ao modelo diz respeito aos **preços de importação de energia primária**. A fonte de informação para o petróleo foi a considerada nas projecções subjacentes aos estudos da CE para suporte à elaboração do pacote energia-clima, em particular a associada ao cenário *Reference* nos modelos PRIMES e GEM-E3 (Russ *et al*, 2007), como se mostra na figura 3.3, garantindo-se assim a coerência dos resultados obtidos nos dois exercícios. O vector de preços de petróleo é gerado pelo modelo mundial POLES¹³ tendo em conta cenários de quantidade de petróleo disponível, novas reservas que possam vir a existir e aplica a lei da procura e oferta. Por este motivo, os preços do POLES variam consoante a política de

redução de GEE considerada. A título ilustrativo, refira-se que o cenário *Reference* considera os efeitos das políticas de eficiência energética adicionais que se prevêem vir a ser desenvolvidas na UE, por oposição ao cenário *Baseline* que apenas contempla medidas existentes e que seguramente virão a ser acrescentadas.

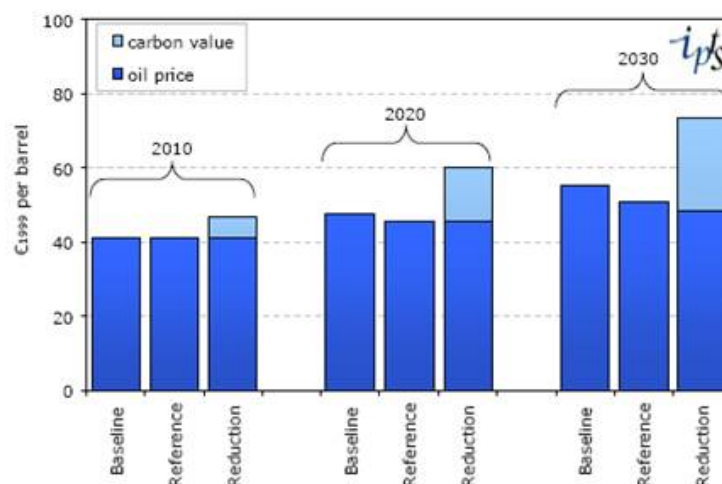


Figura 3.3: Preços de petróleo usados nos estudos de base do pacote Energia-Clima da CE. Fonte: Global Climate Policy Scenarios for 2030 and beyond (Russ *et al*, 2007)

Os preços correspondentes para o gás natural e para o carvão foram estimados pela equipa técnica da FCT/UNL considerando a relação anual que a Agência Internacional de Energia assume entre o preço do petróleo e os outros combustíveis fósseis no cenário *Reference* do World Energy Outlook 2007¹⁴. Os preços de energia primária utilizados no TIMES_PT estão sistematizados na tabela 3.1. Os **potenciais nacionais dos diversos recursos energéticos** disponíveis no horizonte temporal modelado foram especificados exógenamente, tendo por base diversas fontes nacionais, conforme detalhado na tabela 3.2.

¹³ http://www.enerdata.fr/enerdatauk/tools/Model_POLES.html

¹⁴ <http://www.worldenergyoutlook.org/2007.asp>

Tabela 3.1: Principais preços de importação de energia primária considerados no TIMES_PT

| Ano | Crude (\$2007/bbl) | Gás Natural (\$2007/m ³) | Carvão (\$2007/ton) |
|------|-----------------------|---|------------------------|
| 2000 | 35,84 | 0,21 | 35,25 |
| 2005 | 57,15 | 0,27 | 65,82 |
| 2010 | 53,53 | 0,22 | 50,85 |
| 2015 | 56,08 | 0,24 | 55,68 |
| 2020 | 58,75 | 0,25 | 58,21 |

Tabela 3.2: Potenciais endógenos de energia primária considerados no TIMES_PT

| Tipo de energia primária | 2000 | 2020 | Fonte |
|---|-------|-----------------|--|
| Biomassa florestal (PJ) | 74,53 | 48,40 | GPPAA-MADRP |
| Resíduos Agrícolas (PJ) | | 16,30 | GPPAA-MADRP |
| Biogás (PJ) | 0,10 | 23,21 (+75%) | GPPAA & Extrapolação do PNAC |
| Culturas p/ produção de Biocombustíveis (PJ) | 0,00 | 9,99 (+100%) | GPPAA-MADRP |
| Importação de culturas para biocombustível (PJ) | 0,00 | n,a, | |
| Óleos alimentares p/ produção de biodiesel (PJ) | 0,00 | 0,59 (+100%) | Forum de Energias Renováveis |
| Culturas para produção de etanol (PJ) | 0,00 | 19,5 (+100%) | GPPAA- MADRP |
| Importação de culturas para produção de etanol (PJ) | 0,00 | n,a, | |
| Produção biocombustíveis (PJ) | 0,00 | n,a, | |
| RSU (PJ) | 7,30 | 10,00 (+27%) | Extrapolação do PNAC |
| Lamas industriais (PJ) | 0,00 | 2,00 (+100%) | Estimativa |
| Solar- AQS (PJ) | 0,75 | 38,01 (+98%) | Extrapolação do Fórum Energias Renováveis em Portugal |
| Hídrica (GW) | 4,52 | 6,96 (+30%) | Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico |
| Eólica onshore (GW) | 0,08 | 7,60 (+80%) | Informação fornecida pelo Eng. Sá da Costa, APREN |
| Eólica offshore (GW) | 0,00 | 1,00 (+100%) | Estimativa com base no estudo do INETI |
| Solar-geração electricidade (GW) | 0,00 | 2,40 (+100%) | REN |
| Geotérmico (GW) | 0,01 | 0,05 (+75%) | Extrapolação do Fórum Energias Renováveis em Portugal |
| Ondas (GW) | 0,00 | 1,20 (+100%) | REN |
| Fotovoltaica (GW) | 0,0 | 9,30 (+100%) | REN |

Como já referido, o TIMES detém uma base de dados de **tecnologias energéticas** a que recorre para produzir a solução custo-eficaz de satisfação da procura de energia e materiais. As tecnologias de oferta e consumo de energia para o ano 2000 foram caracterizadas considerando os dados do balanço energético da DGEG por forma a que o perfil de tecnologias existente seja compatível com os balanços energéticos sectoriais. Numa primeira fase foram utilizados diversos estudos e fontes nacionais para caracterizar a capacidade instalada, eficiência, disponibilidade anual e taxas de input/output, e numa segunda fase procedeu-se a ajustamentos das especificações tecnológicas por forma a garantir coerência com o balanço. Esta segunda abordagem foi especialmente relevante para o sector residencial e terciário, para os quais existe pouca informação detalhada quanto ao stock e características das tecnologias de consumo de energia. A caracterização das tecnologias de oferta e consumo de energia para além do ano 2000 foi feita recorrendo a uma base de dados extensiva compilada no âmbito do projecto europeu NEEDS e ampliada e validada com os *stakeholders* nacionais. No âmbito da base de dados tecnológica, foi considerada a tecnologia de **captura e armazenamento de CO₂** (CCS), tendo-se assumido um valor de potencial de armazenagem de 5000 Gg CO₂/ano disponível a partir de 2020. Este valor tem uma grande incerteza devido à falta de informação detalhada para Portugal e países adjacentes, correspondendo apenas a cerca de 6% do total das emissões modeladas no TIMES_PT em 2020. Os custos associados a esta tecnologia foram obtidos com dados do IPCC (IPCC, 2005) e ECOFYS (Hendriks, 2004).

Para efeitos de modelação, foi considerada uma **elasticidade procura-preço** de longo prazo de -0.3 para a utilização de energia nos transportes, doméstico e terciário, e agricultura, com excepção dos usos para cozinha para os quais com valores de elasticidade procura-preço de -0.2 e -0.1, respectivamente para o terciário e doméstico. Estas elasticidades são genéricas para a UE e tiveram por fonte a Universidade de Leuven, na Bélgica. Por fim, convém especificar que a **taxa de actualização** usada foi de 4%, idêntica para todos os sectores.

3.3. Pressupostos de modelação

O modelo TIMES_PT foi calibrado para o ano 2000 e validado para 2005, com base nos balanços energéticos nacionais. Para este processo de calibração e validação foi necessário adoptar os seguintes pressupostos de modelação:

- a. Uma vez que o TIMES_PT apenas modela o sistema energético nacional, não são modeladas em detalhe as trocas de electricidade com Espanha. Por forma a replicar a evolução de importações e exportações de electricidade, foram definidos limites máximos crescentes para estas trocas, tendo em conta as previsões da REN e considerando os aumentos da capacidade da rede. Desta forma, a incerteza associada ao funcionamento do MIBEL não está acomodada.
- b. Foi definido um limite máximo para o crescimento de novas cogerações (CHP) na indústria, baseado na evolução passada e previsões da COGEN Portugal. Assim, e atendendo a que em 2001 cerca de 32% de toda a electricidade consumida na indústria provinha de cogeração, prevê-se que em 2020 este valor seja de 45%. A limitação na participação máxima de CHP

Times_PT: calibrado para o ano 2000, e validado para 2005. TIMES-PT não modela o mercado ibérico de electricidade pela elevada incerteza, considera um máximo de 45% para a electricidade consumida na indústria vinda de cogeração, e um máximo de 85% da participação do gás natural nos sectores doméstico e serviços por limitações de acesso geográfico.

- procura reflectir restrições à sua implementação, tais como proximidade dos potenciais utilizadores finais do calor produzido.
- c. Assume-se que se manterá a evolução da estrutura da energia final no sector doméstico, terciário e agricultura, não havendo penetração de tecnologias a carvão nestes sectores;
 - d. Devido a factores vários como a falta de conhecimento dos consumidores, a resistência à mudança, questões estéticas e de conforto, não é expectável que os equipamentos existentes no sector residencial e comercial sejam completamente substituídos num curto intervalo de tempo, mesmo que tal substituição seja custo-eficaz. Assim, foram estabelecidos “factores de inércia” que resultam em valores mínimos de manutenção da contribuição do vector de energia final para satisfação dos serviços de energia nos edifícios existentes, tendo em conta:
 - i. os valores verificados em 2000, conforme o balanço energético da DGEG, estudos da DGEG sobre consumo no sector residencial (DGGE/IP3-E, 2004 e DGGE, 1996) e parâmetros de confortos das famílias do INE (INE, 2002);
 - ii. o tempo de vida máximo dos equipamentos existentes em 2000: 15 anos para fogões a gás natural ou eléctricos; 9 anos para fogões a GPL e 17 anos para esquentadores para aquecimento de água;
 - iii. o facto de que em Portugal o aquecimento eléctrico ser uma opção aceitável, dado o baixo nível de utilização (i.e. é utilizado poucos dias por ano), não se justificando em muitos casos o investimento noutras opções.
 - e. Os factores de inércia foram também aplicados ao consumo de electricidade, gás natural e fuel nas outras indústrias e sector cerâmico;
 - f. Apenas cerca de 85% das necessidades dos sectores doméstico e terciário poderão ser satisfeitas com recurso a gás natural devido a limitações de ordem técnica e geográfica;
 - g. Não serão instaladas unidades dedicadas de produção de calor, ou seja, todo o calor que vier a ser produzido terá origem na cogeração, de acordo com as actuais orientações de política.

3.4. Definição de âmbito do CELE

De acordo com a proposta da CE relativa a alterações do CELE, foi tida em consideração a nova definição de instalação de combustão, o âmbito das emissões abrangidas, ou seja, emissões de CO₂ e de N₂O de processo e da combustão das instalações abrangidas, conforme o seu anexo I. Decidiu-se por uma abordagem conservativa não se considerando a possibilidade de *opt-out* das instalações com emissões abaixo das instalações com input térmico inferior a 25 MW e emissões inferiores a 10 000 t CO₂e nos anos anteriores. A consideração destas instalações em CELE é suportada pelo facto de que, ao abrigo da proposta de Directiva, caso se verifique o *opt-out* e a sua exclusão do CELE, estas instalações deverão mesmo assim estar sujeitas a medidas que permitam atingir uma contribuição equivalente para a redução de emissões.

Considera-se incluída no CELE, no período até 2020, a totalidade das emissões (com excepção da cogeração) dos seguintes sectores: Produção centralizada de electricidade; Refinação; Cimento; Pasta de papel; Siderurgia; Vidro plano. Para os restantes sectores foram definidos diferentes âmbitos de participação no CELE respeitando as especificidades de cada caso. No sector Cogeração as diversas tecnologias estão desagregadas de forma muito detalhada no modelo TIMES_PT, sendo possível identificar para cada uma delas qual a potência calorífica de

combustão. Assim, no caso da cogeração, é o modelo TIMES_PT que define o âmbito em CELE consoante a opção de investimento em tecnologias de cogeração com maior ou menor dimensão.

Para o vidro de embalagem e cristalaria, produção de papel, cerâmica e instalações de combustão a percentagem de abrangência do CELE foi calculada, para cada sector, pela divisão das emissões de CO2 em CELE verificadas em 2005 pelo total de emissões do sector respectivo em 2005, conforme o inventário nacional de emissões de 2007. Naturalmente esta abordagem tem limitações uma vez que se assume que a estrutura do tecido industrial se mantém até 2020, ou seja, assume-se que as novas instalações terão dimensões e emissões que não deverão alterar o perfil de abrangência em 2005. As percentagens de abrangência foram ajustadas com as novas instalações previstas em CELE, tais como as novas instalações de produção de ácido nítrico e a nova fábrica de produção de papel em Setúbal embora, neste caso, a percentagem de abrangência não seja alterada para o sector do papel porque as emissões serão causadas exclusivamente pela nova unidade de cogeração, que são contabilizadas no sector da cogeração. Assim, foram consideradas as seguintes percentagens de emissões abrangidas em CELE sistematizadas na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Definição do âmbito CELE no que respeita à participação das emissões consideradas em CELE em 2020

| Sector | Participação das emissões de CO2e em CELE | Notas |
|--|---|---|
| Produção centralizada de electricidade | 100% | |
| Refinação | 100% | |
| Cimento | 100% | |
| Pasta de papel | 100% | |
| Vidro plano | 100% | |
| Cogeração | n.a. | Não foi definido limiar de abrangência <i>a priori</i> , as emissões em CELE são as provenientes de tecnologias acima do limiar que estão desagregadas no modelo TIMES_PT |
| Siderurgia | 100% | |
| Vidro de embalagem e cristalaria | 91% | Resulta da ponderação das emissões verificadas em 2005 para as duas componentes, as quais estão agregadas no modelo TIMES_PT. |
| Papel | 31% | |
| Cerâmica | 85% | |
| Química | 77% | (não inclui cogeração). Embora em 2005 apenas cerca de 5% das emissões do sector da química estarem no CELE, mais instalações de combustão ficarão abrangidas, dada a alteração da definição de instalação de combustão na proposta da CE. À falta de informação mais detalhada para estimar o nível de abrangência do sector químico de acordo com a proposta de Directiva, assume-se que estarão em CELE as emissões da indústria química da seguintes fontes, conforme estimadas no inventário nacional de emissões: fornalhas, caldeiras acima dos 300 MW, flares e todas as emissões de processo, por se assumir que estão em unidades que terão instalações de combustão acima do limiar. As emissões de processo têm as seguintes fontes: produção de amoníaco, ácido nítrico, negro de fumo, produção de explosivos e produção de monómeros e polímeros. O valor de 77% é obtido pela divisão das emissões destas fontes pelo total de emissões do sector químico, em 2005. |
| Cal | 92% | Apenas produção de cal como actividade principal, as emissões relativas à restante produção de cal encontram-se agregadas nos respectivos sectores. Esta estimativa corresponde à capacidade de produção em CELE uma vez |

| Sector | Participação das emissões de CO2e em CELE | Notas |
|-----------------|---|---|
| | | que nos inventários nacionais de emissões não é possível desagregar as emissões da cal já que os consumos de energia deste sector não são desagregados no balanço energético da DGEG. Para estimar a capacidade de produção em CELE recorreu-se aos elementos sobre a capacidade de produção de sector do estudo elaborado pela SEIA (SEIA, 2001). |
| Outra indústria | 13% | (não inclui cogeração). Em 2005 cerca de 6% das emissões da 'outra indústria' estavam no CELE, estando incluídos os seguintes sub-sectores: agro-alimentar, têxteis e vestuário, borracha, metalomecânicas e outras, metalurgia, extractiva e emissões de processo do sector dos betumes. Devido à alteração da definição da proposta de Directiva CELE, assume-se que estarão em CELE, novas instalações com a seguinte ponderação das emissões dos seguintes sectores: 17% da alimentação e bebidas; 5% do têxtil e vestuário; 10% da borracha; 10% da madeira; 50% da metalomecânica e metalúrgica; 50% das outras indústrias. |

Alteração da abrangência do CELE devido a nova definição de instalação de combustão, ao âmbito das emissões abrangidas, que passa a incluir as emissões de N₂O de processo. Foi adoptada uma abordagem conservativa não se considerando a possibilidade de *opt-out* das instalações com emissões abaixo das instalações com input térmico inferior a 25 MW e emissões inferiores a 10 000 t CO₂e.

4. PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA

Como referido anteriormente, o sistema energético foi analisado com suporte à ferramenta de modelação TIMES_PT, obtendo-se um conjunto de resultados que incluem os balanços de energia primária, energia final e perfil tecnológico de produção e consumo de energia. Lembra-se que estes resultados traduzem a solução óptima, da perspectiva do custo mínimo do sistema, encontrada pelo TIMES_PT para satisfazer a procura de energia, respeitando o conjunto de cenários de P&M. Convém acrescentar que, tendo em vista o objectivo que orienta o presente trabalho, os resultados apresentados neste capítulo correspondem à evolução esperada da economia Portuguesa até 2020, sem qualquer tecto ou restrição exógeno de emissões de GEE.

4.1. Energia primária

A definição de energia primária segue a do balanço nacional, considerando, entre outros, as importações de produtos petrolíferos refinados. Não foram incluídos nesta secção os consumos de electricidade importada por ser tratada numa secção posterior. A evolução do consumo de energia primária nacional de 2005 a 2020, para os quatro cenários analisados, mostrada nas figura 4.1 e apresentada em Anexo, na tabela A2.1, pauta-se por uma redução entre 2 a 8%, justificado pelo aumento da eficiência energética, devido à gradual substituição das tecnologias de oferta e consumo de energia por outras mais eficientes, como detalhado adiante.

O cenário QUIM apresenta a maior redução de energia primária, pois apesar do maior crescimento económico que lhe está subjacente no cenário de Mudança, tem maior penetração de tecnologias mais eficientes. O menor consumo de energia do cenário RMAP, comparativamente ao QUIT, ambos assentes no mesmo cenário Tendencial de procura, deve-se essencialmente ao menor consumo de carvão em 2020 por parte do sector electroprodutor, pela suspensão da actividade da central termoeléctrica de Sines. O cenário BAU tem um consumo de energia primária inferior ao do QUIT, devido essencialmente ao facto de o sistema electroprodutor não estar obrigado a produzir electricidade por imposição do crescimento do parque instalado que os demais cenários consideram (e.g. centrais a ciclo combinado).

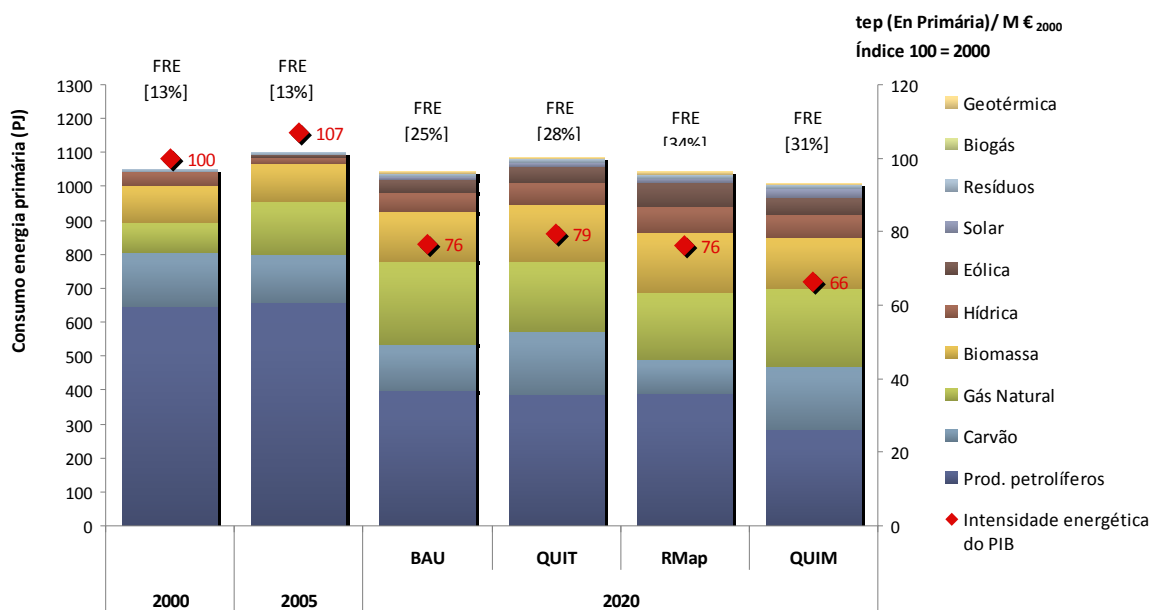


Figura 4.1: Consumo de energia primária em 2005 e 2020. [%] refere-se à componente de fonte renovável.

Em todos os cenários se destaca a perda da importância relativa do crude que, em 2005, representava 60% do consumo total, caindo em 2020 para o intervalo 35 a 38%. A redução da contribuição do crude é compensada pelo aumento da importância das renováveis, que cresce de 13% no balanço em 2005 para 25% a 34% em 2020, em particular hídrica, biomassa e eólica, bem como pela importância crescente do gás natural. Em todos os cenários, com excepção do RMap, se mantém a importância relativa do carvão, pois embora a sua contribuição na indústria seja reduzida, aumenta a sua utilização para geração de electricidade com a instalação de uma nova central com CCS. No cenário RMap a contribuição do carvão reduz-se por se considerar a cessação de actividade da central de Sines. Em todo o caso, e como se mostra na Figura 5.2., Portugal reduz a sua dependência energética do exterior de 87% em 2005 para valores entre 66 a 75% em 2020. Estas variações são determinadas, em grande medida, pela alteração do perfil do sector electroprodutor, salientando-se o encerramento das centrais a fuel, a instalação de novas centrais de gás natural a ciclo combinado e o aumento de electricidade renovável, conforme descritos na secção 4.3. No entanto, as alterações registadas no perfil energético dos sectores de procura, analisados em seguida, justificam igualmente a alteração do vector de energia primária em Portugal em 2020.

Energia Primária: A evolução do consumo de energia primária nacional de 2005 a 2020, para os cenários analisados pauta-se por uma redução entre -2 a -8%, justificado pelo aumento da eficiência, destacando-se a perda da importância relativa do crude passando de 60% do consumo total, em 2005 para o intervalo 28 a 38% em 2020. A evolução é inferior ao aumento da procura, devido à gradual substituição das tecnologias de oferta e consumo de energia por outras mais eficientes.

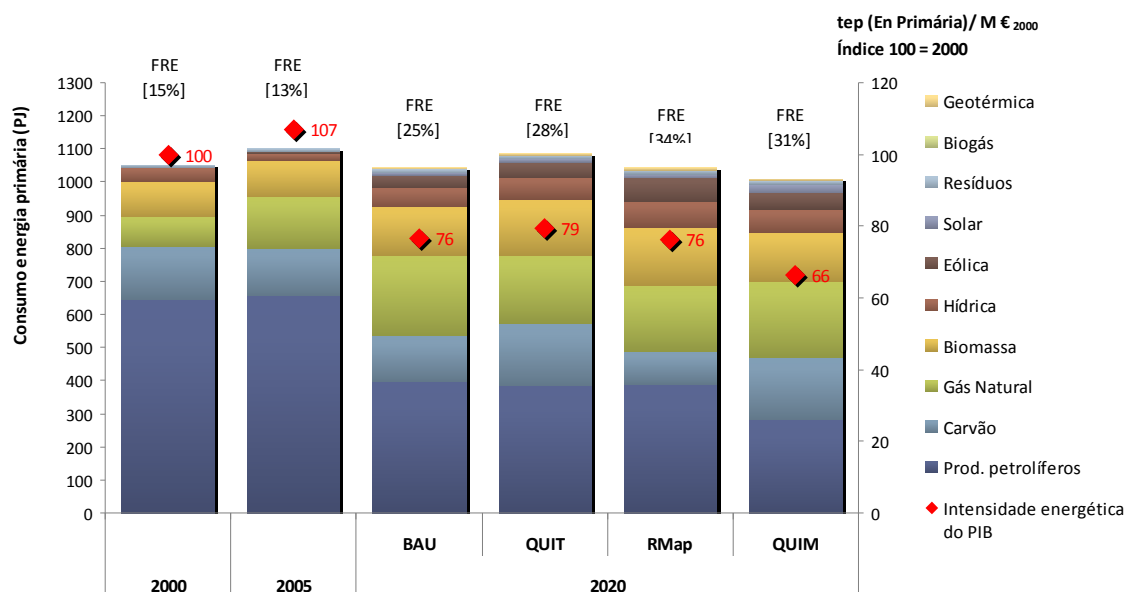


Figura 4.2: Perfil da energia primária, com indicação da dependência externa de energia e % renovável.

4.2. Energia final

Embora a evolução da procura de serviços de energia seja significativa, como apresentado anteriormente, o aumento da energia final para a satisfação daquela procura tem um crescimento inferior ao do da procura, o que se traduz num sistema de produção e uso de energia com um elevado grau de eficiência, embora balizado por pressupostos como se viu atrás. Como ilustrado na figura 4.3., o cenário QUIM tem um aumento de +4% do

consumo face a 2005 devido à maior penetração de equipamentos eficientes que assim compensam a maior procura que lhe está subjacente. Os restantes cenários aumentam o consumo em +14%, melhorando-se a intensidade energética (em energia final) entre 9 a 25%, relativamente a 2000. Em todos os cenários estima-se a redução da contribuição relativa dos produtos petrolíferos e da biomassa que são substituídos por gás natural, electricidade, biocombustíveis, solar térmico e calor produzido através de cogeração, como mostrado na figura 4.3. Convém atentar nas principais diferenças entre cenários em 2020, que podem ser sistematizadas como segue:

- i) cenário BAU: menor penetração de electricidade na indústria, doméstico e terciário que é compensada por mais gás e calor
- ii) cenário RMAP: menor penetração de gás natural na no doméstico compensada por mais electricidade para todos os sectores, GPL no sector doméstico e produtos petrolíferos na indústria; e
- iii) cenário QUIM: maior penetração de electricidade e solar térmico no doméstico e terciário e indústria que substitui algum gás natural, GPL e produtos petrolíferos.

Estas diferenças justificam-se pela diferença nos pressupostos de política inerentes a cada cenário, nomeadamente para os seguintes casos:

- i) a imposição exógena de capacidade instalada no sector electroprodutor (e.g. de E-FRE e CCGN, no cenários QUIT e QUIM de acordo com a RCM 1/2008, de 4 de Janeiro, e no RMAP de acordo com a expectativa do Ministério da Economia) é considerada pelo modelo como investimentos exógenos ao exercício de modelação, pelo que o custo de investimento não é considerado para a função objectivo; ao contrário, no cenário BAU, o modelo decide sobre o acréscimo de capacidade instalada e respectiva tecnologia, incluindo o respectivo custo de investimento na estimativa global do sistema. Este facto tem um impacto directo no custo final da electricidade gerada pelas diferentes tecnologias, calculado pelo TIMES_PT, tornando-as mais ou menos competitivas;
- ii) a menor penetração de gás natural no cenário RMAP deve-se ao pressuposto assumido quanto à evolução do perfil energético neste cenário, conforme explicado no capítulo 3;
- iii) diferentes taxas de penetração de novos equipamentos, em particular de aquecimento solar térmico, que no cenário QUIM são mais apelativos visto ser um dos pressupostos deste cenário a menor inércia dos agentes que resulta numa maior taxa de substituição dos equipamentos existentes por outros mais eficientes.

Em termos sectoriais, e analisando a figura 4.4., verifica-se que a estrutura do consumo de energia final pelos diversos sectores é relativamente constante para os cenários analisados em 2020, e muito similar ao registado em 2005. No entanto, analisando com maior detalhe os resultados (figura 4.5) relativo aos consumos de energia final desagregados por sector e forma de energia, evidenciam-se as principais alterações quanto à substituição de combustíveis nos diversos sectores. Informação detalhada é apresentada na tabela A2.2

Energia Final: A evolução do consumo de energia final aumenta em todos os cenários. No QUIM este aumento é de +4% enquanto nos restantes cenários é de +14%. A intensidade energética (em energia final) melhora em 9 a 25%, relativamente a 2000. Os transportes registam um aumento em 2020 de 13%, com excepção do QUIM (-12%), devido, à substituição da frota automóvel por veículos mais eficientes. Prevê-se um acréscimo muito importante do consumo eléctrico no sector dos serviços de 50% em 2005 para 65 a 81% em 2020. A indústria ocupa, em 2020, um lugar inferior aos transportes e sofre um acréscimo pouco significativo no BAU e QUIT (5%) e um pouco maior nos

(em Anexo), salientando-se que nesta tabela não estão incluídos consumos de energia térmica de bombas de calor nem consumos de energia para cogeração.

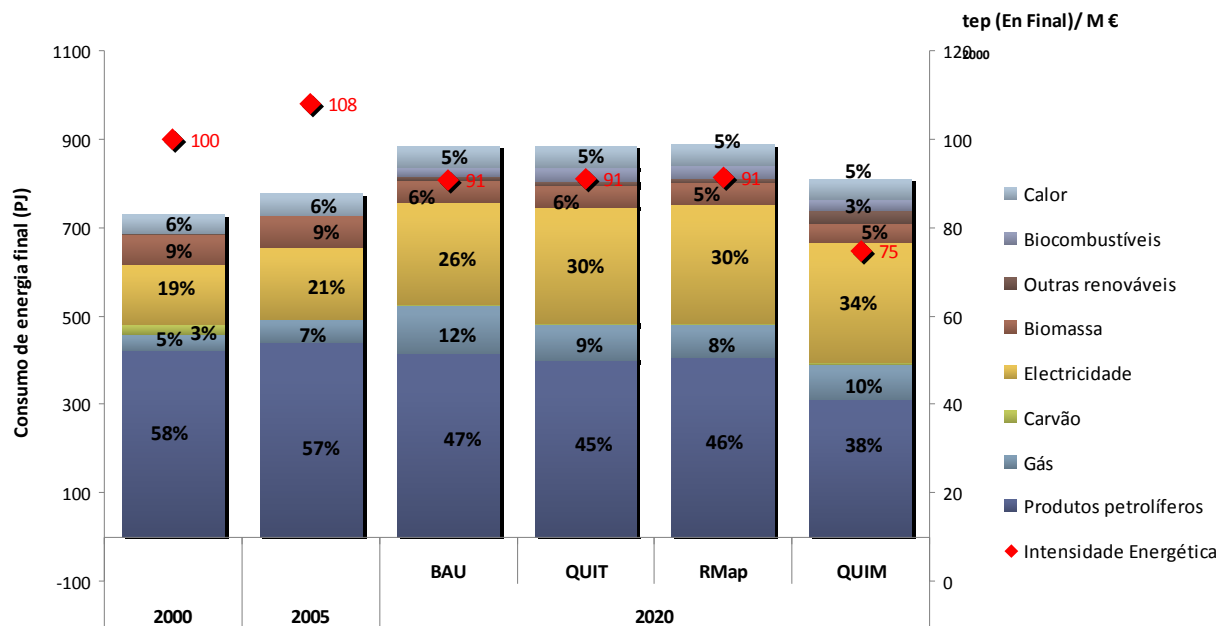


Figura 4.3 : Consumo de energia final em 2005 e 2020, por forma de energia com indicação do seu peso percentual

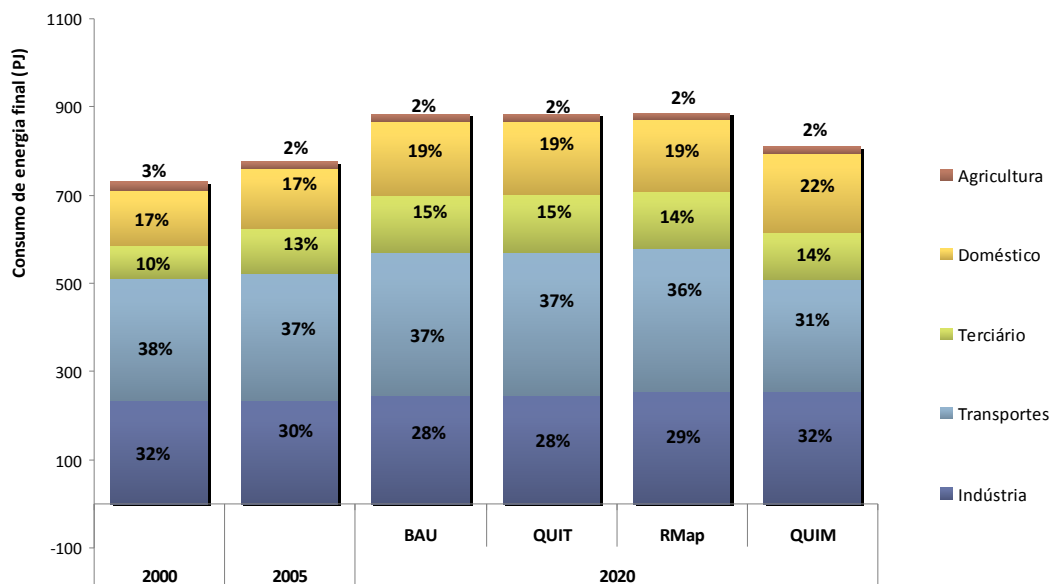


Figura 4.4: Consumo de energia final em 2005 e 2020, por sector com indicação do seu peso percentual

Dos vários sectores de actividade, o dos transportes regista um aumento consistente em 2020 de cerca de 13%, com excepção do cenário QUIM com uma redução de -12%, devido à substituição da frota automóvel por veículos mais eficientes. De notar neste sector, a participação visível de biocombustíveis, como expectável politicamente. O sector terciário aumenta o seu consumo de energia final em 23 a 24%, com excepção do cenário QUIM onde aumenta de forma residual (6%) , facto justificado pela possibilidade que o modelo tem de escolher em maior escala tecnologias de uso energético mais eficientes. O sector doméstico aumenta os consumos entre 22 e 31%. De notar o aumento muito importante do consumo eléctrico que em 2005 representava no sector comercial pouco mais de 50% e em 2020, varia entre 65% e 81%. Este facto também é visível no sector doméstico que de 35% em 2005, o consumo de electricidade aumenta para a gama dos 42% a 49%. A indústria que, em termos da importância no balanço de energia final ocupa, em 2020, um lugar inferior aos transportes, sofre um acréscimo pouco significativo para QUIT e BAU (5%) e um pouco maior para o RMap (+8%) e QUIM (+9%). Nas sub-secções seguintes é feita uma análise mais detalhada de cada sector, com ênfase para a componente tecnológica e de substituição de combustíveis.

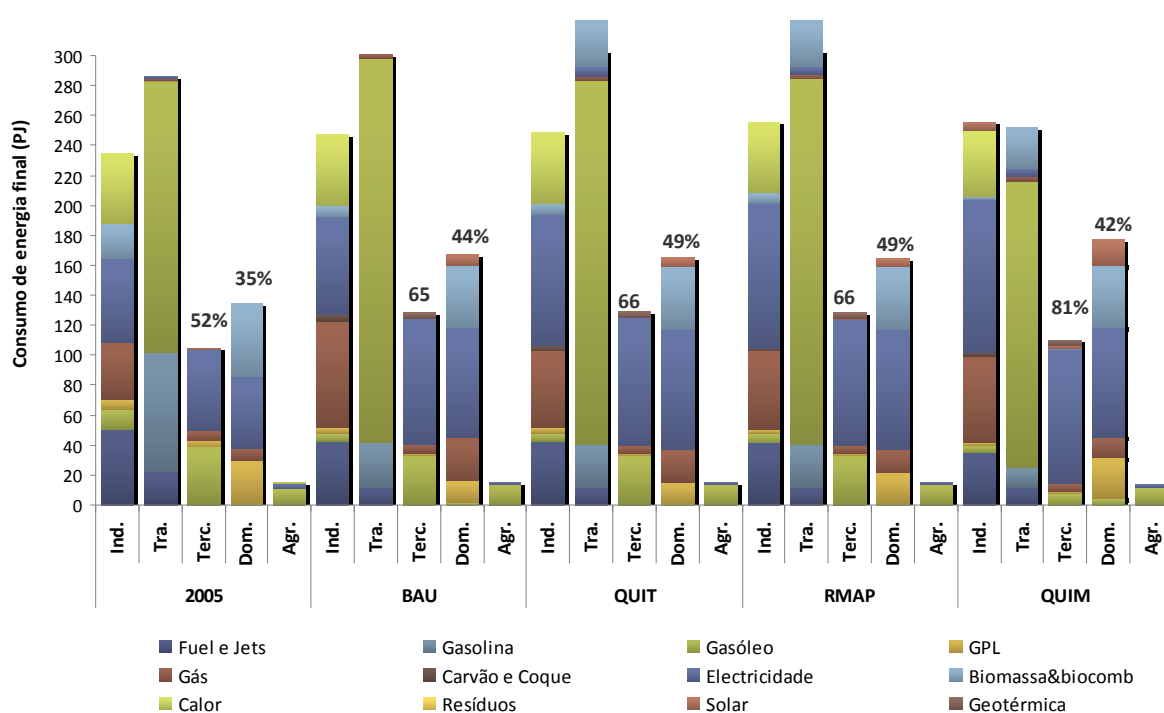


Figura 4.5: Consumo de energia final em 2005 e 2020, desagregado por sector e forma de energia, com indicação da % de consumo de electricidade nos sectores terciário e doméstico

4.2.1. Indústria

O exercício de modelação, embora respeite equipamentos e tecnologias instaladas e respectivas características, bem como políticas e investimentos já decididos, como apresentado anteriormente, sugere algumas alterações na indústria no período de 2005 a 2020, que podem ser avaliadas em detalhe na tabela A2.3, no Anexo. Salientam-se as seguintes:

- Na produção de **ferro e aço** não se verificam grandes alterações de 2005 a 2020, em virtude da remodelação deste sub-sector ter ocorrido antes de 2005. O calor é produzido por novas cogerações a gás.

Não se verificam diferenças significativas entre cenários a não ser uma diferente penetração de tipos de cogerações a gás: algumas turbinas de contrapressão no cenário BAU e QUIM e apenas de condensação nos restantes;

- Aumento do uso de coque de petróleo nos fornos de clínquer do sector do **cimento**. A substituição de combustíveis, assim como melhorias nos processos auxiliares (i.e. excepto nos fornos de clínquer e moagem de cimento) permitem uma redução dos consumos de energia por Mt de cimento de 4%, no cenário RMap, e 5% nos restantes cenários, em 2020, comparativamente a 2005;
- Substituição parcial de fornos do sector **cerâmico** a biomassa, GPL e fuel por fornos a gás natural (70% a 76% dos fornos em 2020 são a gás com excepção do QUIM com apenas 40%) com ganhos de cerca de 4% nos consumos energéticos (6% no QUIM). Desaparecimento da cogeração a fuel e sua substituição por caldeiras e novas cogerações a gás. A principal diferença entre cenários é a maior penetração de fornos eléctricos em detrimento do gás natural;
- Aumento gradual da produção de **pasta de papel** a partir de papel reciclado, até cerca de 24% do total de produção de pasta em 2020 no cenário QUIM e apenas 9% nos restantes cenários. Substituição progressiva das tecnologias de produção de **papel** a partir de pasta por outras mais eficientes: em 2020 mais de 50% do papel é produzido recorrendo a novas tecnologias com consumos inferiores em 4% (5% no QUIM). Redução da contribuição das cogerações a fuel existentes antes de 2005 que são parcialmente substituídas por novas cogerações a biomassa e gás natural, principalmente no cenário QUIM. Verifica-se também uma ligeira (9%) redução da cogeração com recurso a licores negros no QUIM em detrimento do gás natural (36% calor gerado em CHP);..
- No sector **químico**, prevê-se a substituição de caldeiras a fuel e GPL por equipamentos novos a gás natural, substituição de motores por equipamentos mais eficientes, produção de calor a partir de solar térmico apenas no cenário QUIM, substituindo neste cenário as cogerações a fuel e a gás. Cessação da produção de amoníaco excepto no cenário QUIM, segundo as perspectivas do sector. No cenário QUIM cerca de 85% do cloro em 2020 é produzido recorrendo a novos processos 40% energeticamente mais eficientes que substituem em parte os existentes em 2005. Nos restantes cenários a substituição tecnológica é mais modesta – apenas cerca de 60% do cloro é produzido por um processo cerca de 20% mais eficiente. Estas alterações acomodam o projecto de expansão da unidade da CUF-QI a partir de 2010;
- Cerca de 70% da **cal** passa a ser produzida por um processo mais eficiente, que utiliza mais gás e electricidade em detrimento do fuel-óleo, e tem consumos energéticos inferiores em 30%. Não se verificam diferenças significativas entre cenários;
- Penetração gradual de tecnologias mais eficientes nas **outras indústrias** para produção de vapor (ganhos na ordem de 18 %) e calor de processo (ganhos na ordem de 4 %). O calor de processo gerado com fuel e biomassa reduz-se em detrimento do gás natural e electricidade. Na geração de vapor também se reduz a contribuição do fuel e ganha importância o gás natural e calor produzido através de solar térmico no cenário QUIM e através de cogerações a gás natural nos restantes cenários..

4.2.2. Residencial e Terciário

O exercício de modelação sugere alterações, em termos de substituição de perfil energético, no sector doméstico, salientando-se a redução da importância da biomassa e GPL, o aumento da contribuição da electricidade, do calor

proveniente de solar térmico e do gás natural. Estima-se um aumento do consumo de energia para este sector de 24% (BAU) a 31% (QUIM), comparativamente a 2005. No caso do sector terciário, onde o consumo em 2020 cresce entre 6% (QUIM) e 24% (QUIT), relativamente a 2005, prevê-se uma redução da contribuição dos produtos petrolíferos e GPL que são substituídos, em parte, pela electricidade, por solar térmico e alguma energia geotérmica. As principais alterações tecnológicas são detalhadas em seguida.

No **aquecimento no sector terciário**, a electricidade continua a ser responsável por 41-46% do calor consumido em 2020 (a contribuição em 2000 era de 46%), mas são substituídas as resistências eléctricas por radiadores mais eficientes em 10%. O aquecimento a gásóleo que satisfazia 47% das necessidades de calor em 2000 apenas representa 35% nos cenários BAU, QUIT e RMAP e apenas 7% no QUIM, sendo substituído por (i) maior isolamento (poupanças entre 2 a 17% do calor necessário), (ii) bombas de calor (geram 6% do calor), (iii) permutadores de calor utilizando energia geotérmica (5% do calor gerado) e (iv) solar térmico (1-4% do calor). Os equipamentos a gásóleo existentes são substituídos por caldeiras mais eficientes em 8-16%. Da mesma forma, os equipamentos a gás e GPL (6% do calor em 2000) são substituídos por equipamentos mais eficientes. As principais diferenças entre cenários são a maior penetração de isolamento, bombas de calor, GPL e solar térmico no QUIM (limites máximos das gamas atrás referidas).

No **aquecimento no sector residencial** em 2020, a principal alteração é a substituição de biomassa (que em 2000 era responsável por mais de 60% do calor e em 2020 apenas por 22 a 25%) por (i) caldeiras a gás natural, com excepção do cenário QUIM, (ii) isolamento (poupanças entre 4 a 12%), (iii) bombas de calor (geram entre 6 a 18% do calor) e (iv) solar térmico (5-27% do calor) em todos os cenários. As lareiras e salamandras a biomassa que predominavam no ano 2000 são em 2020 substituídas por lareiras modificadas com recuperadores de calor e por caldeiras a agregados de biomassa (*pellets*) com ganhos de eficiência até 80%. Como no terciário, também no residencial se mantém e até aumenta a importância da electricidade que em 2000 contribuía com 29% do calor e em 2020 com 31-33%. Os aquecedores eléctricos são substituídos por outros mais eficientes em 19% e as já referidas bombas de calor. O aquecimento a caldeiras e fornalhas de GPL é em 2020 completamente substituído por bombas de calor a GPL, com excepção do cenário RMAP onde se forçou a manutenção deste vector energético para garantir aderência ao *Road Map de Renováveis* da DGEG. As principais diferenças entre cenários no sector residencial são, mais uma vez, a maior expressão das tecnologias de isolamento, solar térmico e biomassa no cenário QUIM, em detrimento de bombas de calor a GPL e caldeiras a gás.

No **aquecimento de água no sector terciário** não se verificam alterações tecnológicas significativas em 2020 nos cenários BAU, QUIT e RMAP na medida em que os equipamentos a gásóleo continuam a desempenhar um papel preponderante (87% da água quente em 2000 e 79% em 2020). Note-se, no entanto, que as fornalhas a gásóleo que predominavam em 2000 chegam ao fim do seu tempo de vida e são substituídos por caldeiras. A restante água quente nestes três cenários, em 2020, é fornecida por (i) permutadores de calor geotérmicos (10% da água quente), (ii) solar térmico (2% da água quente) e (iii) bombas de calor a GPL (8% da água quente em 2020). Estes equipamentos substituem por completo o gás natural. No cenário QUIM, porque a inércia de substituição de equipamentos é menor, a contribuição das caldeiras a gásóleo, em 2020, é apenas de 39% da água quente gerada, sendo compensada por uma maior participação do (i) solar térmico (7% da água quente), (ii) electricidade (14% em 2020 e apenas 4% em 2000) e (iii) caldeiras a biomassa (7%). É de referir que nos cenários BAU e QUIT, em 2020, a electricidade deixa de ser utilizada para aquecimento de águas por ser menos competitiva (ver secção 4.2).

A **água quente no sector residencial** deixa de ser gerada essencialmente a partir de esquentadores de GPL que, em 2000, asseguravam quase 60% da água quente. Em compensação, aumenta a importância do solar térmico, do gás e da biomassa em todos os cenários e, nos cenários QUIT e RMap, da electricidade. A importância relativa do gás

aumenta especialmente no cenário BAU em detrimento da electricidade, que é mais cara. Em 2020, a água quente é fornecida por (i) solar térmico (27% no QUIM e 16% nos restantes cenários, por oposição a 3% em 2000); (ii) caldeiras a biomassa (44% no QUIM e 35-36% nos restantes cenários, por oposição a 3% em 2000) e (iii) por bombas de calor eléctricas e a GPL apenas no RMap (3%). Enquanto no cenário QUIM se verifica uma maior contribuição do GPL e solar térmico, nos restantes cenários a biomassa e a electricidade têm um papel mais importante. Convém apontar que os equipamentos de aquecimento de água eléctricos em 2020 são quase 20% mais eficientes do que os existentes em 2000, os de gás natural (caldeiras em substituição de esquentadores) 22% mais eficientes, os de biomassa (caldeiras em substituição de fornos) mais eficientes 13% e os equipamentos eléctricos cerca de 19%.

No que respeita ao **arrefecimento** verifica-se no **terciário**, em 2020, a completa substituição dos equipamentos de ar condicionado tradicionais por bombas de calor. A título de exemplo, as bombas de calor reversíveis predominam em todos os cenários gerando 58% a 61% do frio. No sector **residencial**, os equipamentos de ar condicionado que, no ano 2000, geravam 74% do ar frio são completamente substituídos, em 2020, por (i) equipamentos 28% mais eficientes, assegurando cerca de 34% do frio no BAU, 21% no QUIM e 58% no QUIT e RMap, e (ii) bombas de calor 36% mais eficientes, assegurando 79% do ar frio no QUIM, 66% no BAU e cerca de 45% nos restantes.

Na utilização de energia para **cozinha** prevê-se a completa substituição de fogões e fornos a GPL do sector terciário por electricidade (69 a 82% da energia útil para cozinha em 2020 provém de equipamentos eléctricos) e gás natural. Prevê-se a mesma tendência de substituição de GPL no sector residencial, embora não tão acentuada, mantendo-se, em 2020, os fogões e fornos a GPL a fornecer 47% da energia útil para cozinha, os equipamentos a gás 23% e os eléctricos 20%. Note-se que, em 2000, a contribuição do GPL estimava-se em 54%, a do gás em 3% e da electricidade em 5%.

Por fim, nos **restantes usos de energia** nestes sectores (iluminação, refrigeração, lavagem e secagem de roupas e de louças) estima-se que, em 2020, no cenário QUIM o parque de electrodomésticos esteja completamente renovado estando instalados apenas equipamentos de elevada eficiência, ou seja, com rendimentos entre 10-70% maiores, comparativamente a 2005. Nos restantes cenários onde se considera maior inércia mantiveram-se como limites máximos de substituição de equipamentos os objectivos traçados no PNAEE para 2015, transportados para 2020. Note-se que não estão modelados em detalhe os outros usos de electricidade, como é o caso dos equipamentos audiovisuais, não sendo, por isso, aqui tratados.

4.2.3. Transportes

A procura para o sector dos transportes foi estimada com um crescimento de 57 a 55% entre 2005 e 2020 para o transporte de passageiros e de 64 a 77% para o transporte de mercadorias. Não obstante, os níveis de consumo de energia final aumentam apenas 13% nos cenários BAU, QUIT e RMap e diminuem 12% no QUIM, devido à entrada de novas tecnologias mais eficientes, em particular:

- Veículos híbridos que, constituem 7% do parque automóvel em 2020 no cenários BAU, QUIT e RMap e 43% no cenário QUIM (0% em 2000);
- Autocarros a Gás Natural, assegurando 26% a 30% da frota de transporte de passageiros (0% em 2000);
- Introdução de biocombustíveis (6% de biocombustíveis incorporados no BAU, cerca de 10% no QUIT e RMAP e 11% no QUIM (0% em 2000)
- Maior número de veículos a gasóleo no transporte de passageiros e mercadorias, representando 75 a 79% da energia consumida no sector dos transportes em 2020 (59% em 2000).

Para além destas tecnologias, em 2020 o parque automóvel está totalmente renovado (não existem praticamente veículos anteriores a 2005) o que implica que as motorizações estejam já todas próximas dos objectivos definidos no acordo ACEA. Conclui-se que nas actuais condições veículos rodoviários eléctricos e a hidrogénio não são competitivos.

Detalhando alguns resultados por tipo de transporte, observa-se especialmente no cenário QUIM em 2020, nos **automóveis para transporte de passageiros**, uma elevada e rápida penetração de veículos híbridos no perfil tecnológico, iniciando a sua entrada com significado logo a partir de 2010, em particular os híbridos a gasóleo, que representam mais de 90% do total de híbridos, sendo os restantes a gasolina. Para os veículos de combustível único, estima-se uma redução da contribuição do *stock* de veículos a gasolina (65% do *stock* total de veículos em 2000 para 18 a 24% em 2020) e o aumento nos veículos a gasóleo (34% do *stock* total em 2000 para 38 a 73% em 2020). Todas estas alterações implicam um aumento global de eficiência deste sub-sector (pkm gerados por PJ de energia consumida) em 41 a 42 % em relação a 2000 nos cenários BAU, QUIT e RMap e 137% no QUIM.

No **transporte rodoviário pesado de passageiros**, os veículos a gás natural assumem um papel preponderante em 2020 atingido 26 a 30% do *stock* total de veículos pesados de passageiros, devido ao uso deste combustível em autocarros urbanos (38 a 45% dos autocarros em curta distância passam a utilizar gás natural). No transporte de longa distância, estima-se uma ligeira entrada de veículos a etanol atingindo os 2-3% em 2020, enquanto os restantes veículos (97-98% do total de pesados de passageiros) continuam a utilizar gasóleo como combustível. A eficiência deste modo de transporte (pkm gerados por PJ de energia consumida) aumenta apenas 1 a 3% de 2000 para 2020.

O **transporte de mercadorias em modo rodoviário** continua a ser assegurado exclusivamente com recurso ao gasóleo assinalando-se o aumento de eficiência decorrente da renovação dos *stocks* e consequente aderência aos acordos ACEA o que representa um aumento global de eficiência de 14% (referente a tkm gerados por PJ de energia consumida).

4.3. Sector electroprodutor

O sector electroprodutor, que inclui a produção dedicada e a cogeração, é uma das peças mais importantes do sector energético Português, na medida em que é objecto de uma grande evolução, quer em termos de capacidade instalada e consumo, para satisfação da crescente procura de electricidade como forma privilegiada de energia final, e de perfil energético, na sequência de políticas de promoção de fontes renováveis. A Figura 4.6 apresenta a evolução da potência instalada do sector em 2005 e 2020, tendo-se incluído igualmente o ano de 2007 uma vez que a implementação de tecnologias de geração a partir de recursos renováveis sofreu uma evolução significativa desde 2005. É notório o aumento significativo de potência instalada de base renovável, de 48% em 2007 para cerca de 54-60% em 2020, traduzindo a aposta neste tipo de tecnologia que a política energética vem assumindo.

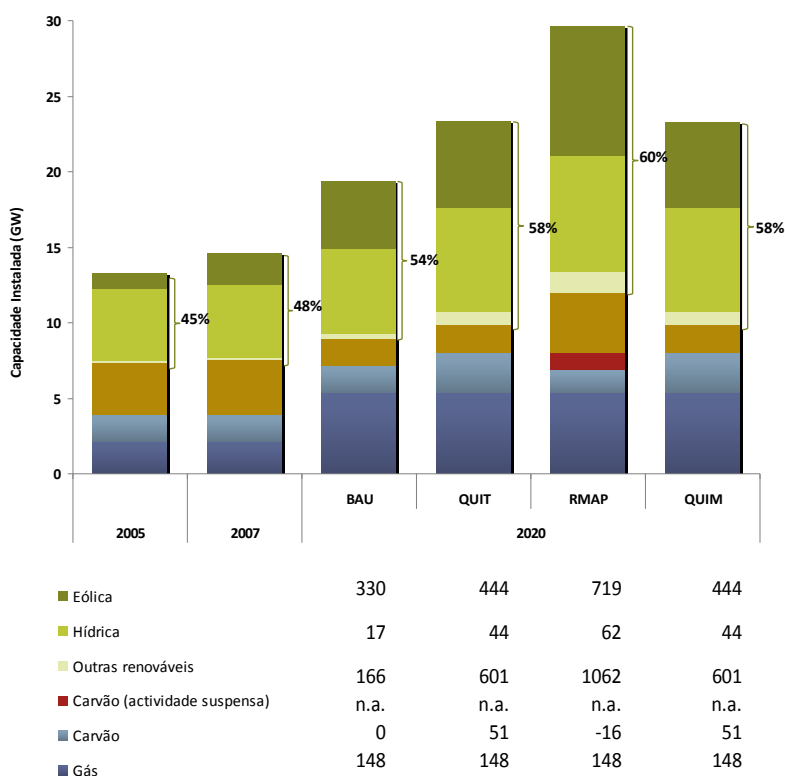


Figura 4.6: Capacidade instalada para geração de electricidade em 2005, 2007 e 2020, com indicação da contribuição percentual da componente renovável. Mostra-se ainda, em termos percentuais e face a 2005, a evolução esperada das várias componentes

De acordo com a política prevista para este sector prevê-se que, entre 2005 e 2020, o parque electroprodutor cresça 46% no cenário BAU, cerca e 76% nos cenários QUIT e QUIM, e 124% no cenário RMAP. Este crescimento é feito essencialmente à custa de:

- i) tecnologias a gás, incluindo as quatro centrais dedicadas de ciclo combinado e a cogeração, especialmente no cenário RMAP, onde a capacidade instalada de cogeração é 3 vezes maior em 2020 do que em 2005;
- ii) eólica on-shore, cuja capacidade instalada é 4 a 8 vezes maior em 2020 comparativamente a 2005;
- iii) hídrica, com a implementação do PNBEPH e ampliações de Salamonde, Venda Nova e Paradela, com aumentos da capacidade instalada de 17% no cenário BAU, 44% nos QUI e 62% no cenário RMAP.

Para além destes investimentos de maior magnitude, prevê-se ainda o crescimento em tecnologias de geração de electricidade renováveis com menor expressão, nomeadamente: cogerações a biogás; cogerações e produção dedicada a partir de biomassa florestal; valorização de resíduos; instalações piloto a partir de ondas; expansão da geotermia existente e solar, quer fotovoltaico de pequena dimensão, quer solar térmico para produção de electricidade. Informação mais detalhada sobre a evolução esperada da capacidade instalada do sector electroprodutor, prevista no quadro de política nacional, pode ser encontrada no Anexo B.

O perfil de consumo de energia primária para geração de electricidade está apresentado em detalhe na tabela A2.4 (em Anexo), considerando separadamente a produção dedicada e a cogeração. No que se refere à produção dedicada, deve destacar-se (i) o desaparecimento quase por completo dos produtos petrolíferos, que apenas prevê a sua manutenção nas regiões autónomas, (ii) o aumento da contribuição das energias renováveis e (iii) a redução

da importância relativa do carvão, que é, em grande parte, substituído por gás natural. Esta tendência é naturalmente mais evidente no cenário RMAP, onde se assume a suspensão da actividade da central de Sines em 2020, conforme referido no capítulo 3. No que respeita à cogeração, verifica-se a redução da contribuição dos produtos petrolíferos que são substituídos por novos equipamentos a biomassa e, em menor escala, a biogás.

Reflectindo as alterações expectáveis no parque electroprodutor, e no vector de procura de serviços de energia, a electricidade gerada em 2020 decorre de um vector energético com características diferenciadas das de 2005, como se mostra na figura 4.7. Salienta-se o aumento significativo da produção bruta comparativamente a 2005, e o aumento significativo da electricidade gerada por fontes renováveis que, de 42% em 2007, passará para 50 a 63% em 2020, com o cenário RMAP a liderar, conforme seria de esperar. As instalações a carvão apresentam factores de utilização na ordem dos 85-89%, com excepção do cenário RMAP, devido à suspensão da actividade de Sines, enquanto as centrais de ciclo combinado a gás natural apresentam um factor de utilização de 38%. A cogeração a gás tem um factor de utilização inferior no RMAP relativamente aos restantes cenários (7% versus 70 a 78%), devido ao grande aumento das renováveis neste cenário, e ao facto de se ter forçado a instalação de cogerações a gás por forma a implementar os pressupostos desenvolvidos pela DGEG no cenário road-map de renováveis. O mesmo sucede com as cogerações a biomassa.

Prevê-se uma evolução diferenciada da electricidade gerada a partir de cogeração, dos 5.8 TWh em 2005 para 6.3 TWh em 2020 no cenário BAU, seguido pelo cenário RMAP (6.6 TWh), pelo QUIT (6.2 TWh) e pelo QUIM (5.4 TWh). A cogeração no cenário RMAP segue o perfil de investimentos traçado no cenário road-map de renováveis da DGEG. A maior importância da cogeração no BAU face aos QUI deve-se ao menor investimento em electricidade dedicada, no seguimento dos pressupostos de política que definem este cenário. Por sua vez o maior recurso à cogeração no QUIT face ao QUIM deve-se ao facto de neste último cenário haver maior procura de energia passível de ser satisfeita com recurso a novos equipamentos eléctricos devido à menor inércia deste cenário. Assim, no QUIM para fazer face às maiores necessidades de electricidade é mais custo-eficaz aumentar a utilização das barragens existentes do que recorrer a novas cogerações, como sucede no QUIT. Deve ser referido a alteração da posição de Portugal no que respeita a trocas de electricidade com Espanha que, em 2005 e 2007 se pautava por um saldo importador positivo, passando a negativo em 2020. Assim, e atendendo aos pressupostos assumidos para esta questão no exercício de modelação, prevê-se em 2020 que as exportações sejam ligeiramente superiores às importações (saldo importador de -0.09 PJ em todos os cenários). Esta evolução tem uma enorme incerteza associada uma vez que, conforme referido no capítulo 3, não é modelado o MIBEL e assim, trocas com Espanha não estão aqui consideradas em função de variações de preços de electricidade fora de Portugal. Este excesso de electricidade gerada tem impacto nas emissões de GEE o qual foi aferido no capítulo 7. Informação detalhada sobre o parque electroprodutor (capacidade instalada, electricidade produzida e factores de utilização por forma de energia) é apresentada em Anexo na tabela A2.5.

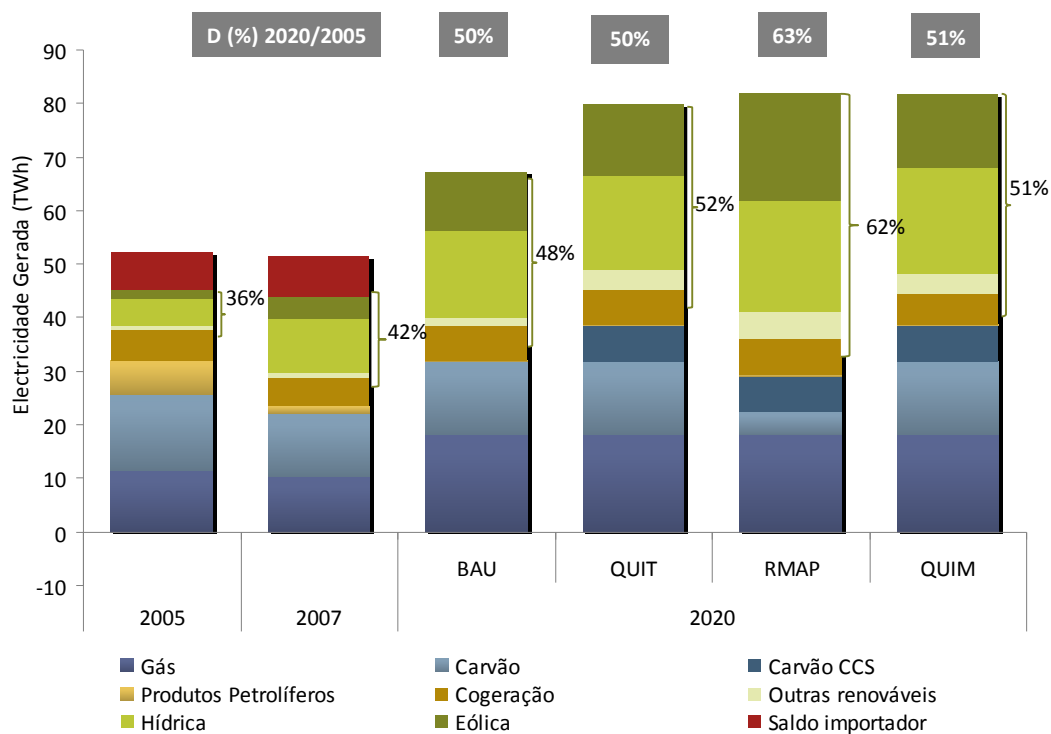


Figura 4.7: Produção bruta de electricidade em 2005, 2007 e 2020, com indicação da percentagem gerada a partir de renováveis, bem como da evolução percentual dos quantitativos produzidos relativamente a 2005. Os valores negativos relativos ao saldo importador traduzem exportações líquidas de electricidade

Sector Electroprodutor: Prevê-se um crescimento do parque electroprodutor no período 2005 a 2020 de 76%, nos cenários QUIT e QUIM, a 124% no cenário RMAP, suportado pelo aumento das tecnologias a gás (3 vezes maior), da eólica on-shore (4 a 8 vezes maior), e da hídrica, com aumentos da capacidade instalada de 44% nos QUIT e QUIM e 62% no RMAP. Assistir-se-á a um processo de *electrificação* da economia, exigindo aumentos de produção de electricidade em 2020 perto dos 80%, comparativamente a 2005.

5. EMISSÕES DE GASES COM EFEITO DE ESTUFA

As emissões de gases com efeito de estufa (GEE) engloba (i) as emissões do sector energético (produção e consumo) contabilizadas directamente pelo modelo TIMES_PT, decorrentes de cada cenário analisado, e (ii) as emissões das actividades não energéticas, designadamente as decorrentes da actividade do sector agrícola e pecuária, do sector resíduos e águas residuais e das actividades de produção e uso de gases fluorados, que foram estimadas fora do modelo TIMES_PT. Os métodos de estimativa de todas as emissões assentam no quadro metodológico adoptado por Portugal e explicitado no NIR (APA, 2007).

A evolução das emissões de GEE para os vários cenários estudados é ilustrada na figura 5.1, apresentando-se na tabela 5.1 as emissões desagregadas por sector de actividade. É expectável um comportamento diferenciado sobre a evolução das emissões de 2005 a 2020, consoante o cenário analisado: um aumento das emissões de 8% no cenário BAU, ou de 3% no cenário QUIT, ou uma redução significativa de -3 a -6% no caso dos cenários QUIM e RMAP, respectivamente. Este comportamento diferenciado decorre do quadro de políticas considerado nos diversos cenários que, maioritariamente têm um efeito directo na mitigação de emissões de GEE. Assim, o nível de redução de emissões no RMAP é justificada pelo aumento significativo da electricidade de fontes renováveis, enquanto nos cenários BAU e QUI os objectivos de penetração de renováveis não são tão ambiciosos. A redução de emissões no cenário QUIM é justificada pelo maior grau de substituição de equipamentos por outros mais eficientes ou utilizando renováveis nos sectores da indústria, residencial, comercial e transportes.

Tendo em atenção que no presente exercício não estão a ser consideradas as emissões/remoções das actividades florestais e de alteração de uso do solo, é interessante analisar a evolução esperada em 2020, comparativamente a 1990, ano base do Protocolo de Quioto. O cenário QUIT, que integra as políticas decididas com vista ao cumprimento do Protocolo de Quioto, regista um nível de emissões cerca de 50% acima de 1990 enquanto o cenário BAU regista um aumento de 57%. Este aspecto ilustra o efeito esperado das políticas e medidas contempladas no PNAC e cujo impacto se continuará a sentir na década até 2020. O aumento de apenas 36% face a 1990 esperada com o cenário RMAP revela uma alteração significativa, não ao nível da estrutura das actividades económicas (as variáveis macroeconómicas e sectoriais são as mesmas que as dos cenários QUIT), mas sobretudo ao nível do sector electroprodutor, com uma larga contribuição da componente renovável. O cenário QUIM, apesar de ter também consideradas as medidas do PNAC, assenta num cenário de crescimento económico diferente dos restantes cenários e contempla um maior grau de optimização de tecnologias energéticas obtendo assim um aumento de 40% nas emissões em 2020 face a 1990.

Emissões GEE: o cenário

QUIT, que integra as políticas decididas com vista ao cumprimento do Protocolo de Quioto, regista um nível de emissões 50% superior ao de 1990, enquanto o BAU regista um aumento de 57%, facto que ilustra o efeito esperado das políticas e medidas contempladas no PNAC e cujo impacto se continuará a sentir até 2020. O aumento de apenas 36% esperada com o cenário RMAP é justificado pela larga contribuição da componente renovável na electroprodução e não por uma alteração ao nível da estrutura das actividades económicas. O QUIM tem um aumento de 40% em virtude de maior grau de optimização na substituição tecnológica e diferente cenário macro-económico.

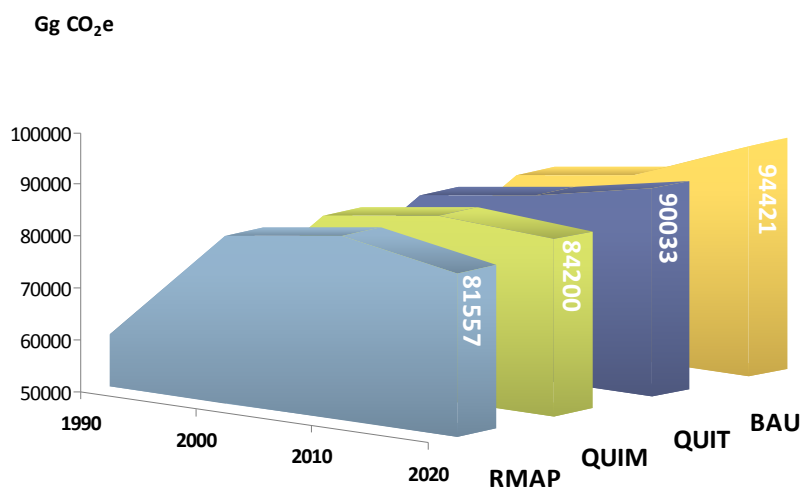


Figura 5.1: Evolução das emissões de GEE no período 1990-2020 para os cenários analisados.

Para efeitos de simplicidade de análise das emissões de GEE, são considerados dois universos de actividades, as abrangidas pelo Comércio Europeu de Licenças de Emissão (CELE), e as actividades fora do CELE, sobre os quais a CE apresenta propostas diferenciadas. Refira-se ainda que a análise das emissões tem como base a comparação com o ano 2005, ano base da proposta da CE. A evolução das emissões de GEE geradas por actividades não abrangidas pelo CELE, apresentadas na figura 5.1. e na tabela 5.2, mostra uma redução para todos os cenários (-17% no QUIM e -6% no QUIT e RMap), com excepção do BAU (+3%), o que evidencia a importância das medidas adicionais do PNAC para actividades fora do CELE e do potencial de implementação de tecnologias mais eficientes/renováveis no caso do QUIM. A oferta de energia (incluindo cogerações fora do CELE) e a indústria são claramente o sector que apresenta uma maior redução em virtude da substituição de combustíveis e substituição de fornos e caldeiras por mais eficientes. Assim, em 2020 os transportes mantêm-se como o sector mais poluente, atrás da oferta de energia e da indústria, apesar da renovação do parque e da utilização de biocombustíveis. Apesar do aumento da procura de serviços energéticos prevê-se a redução das emissões do terciário devido à substituição do gasóleo de aquecimento por electricidade e solar térmico, assim como a utilização de tecnologias mais eficientes, especialmente no cenário QUIM. Já para o doméstico prevê-se o aumento das emissões, em especial para o cenário QUIM, onde a procura é maior, e BAU onde a opção pelo consumo de electricidade é menos significativa. Salienta-se ainda, o grande aumento das emissões de F-Gases, associadas ao crescimento de equipamentos de frio doméstico, comercial, e automóvel.

No que respeita aos sectores em CELE, cujos resultados são mostrados na figura 5.3 e tabela 5.3, estima-se, comparativamente a 2005, um aumento similar em todos os cenários (+15% e +16%) com excepção do RMAP (-8%). A química constitui o sub-sector com maior aumento das suas emissões de GEE em virtude da alteração do âmbito do CELE, que passa a englobar a maior parte das suas actividades, incluindo emissões de processo. Em seguida têm-se as emissões da refinação que aumentam em virtude dos planos de reconfiguração destas unidades, previstos pela GALP. Por fim as instalações de combustão, cerâmica, vidro e metais ferrosos também esperam um aumento das suas emissões de GEE. Em termos de importância relativa para o total das emissões em CELE, continua a ser o sector electroprodutor o principal responsável, com mais de 50% das emissões em CELE (com excepção do cenário RMAP).

Nas secções seguintes é feita uma análise mais detalhada das emissões de GEE para o sector produção e consumo de energia, e para as actividades cujas emissões foram estimadas sem recurso ao modelo TIMES_PT.

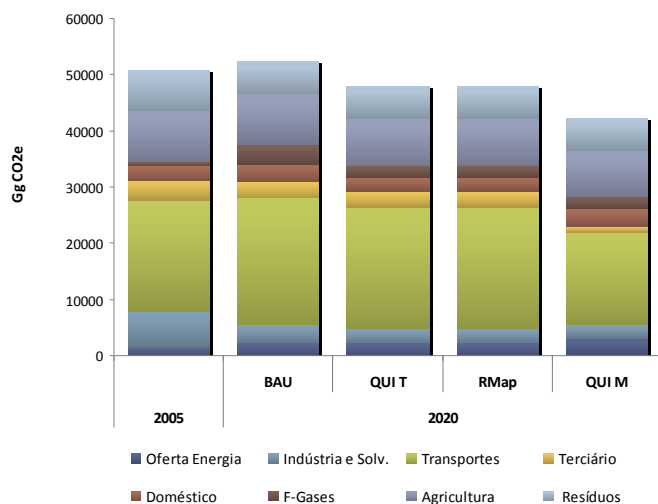


Figura 5.2: Evolução das emissões de GEE fora do CELE

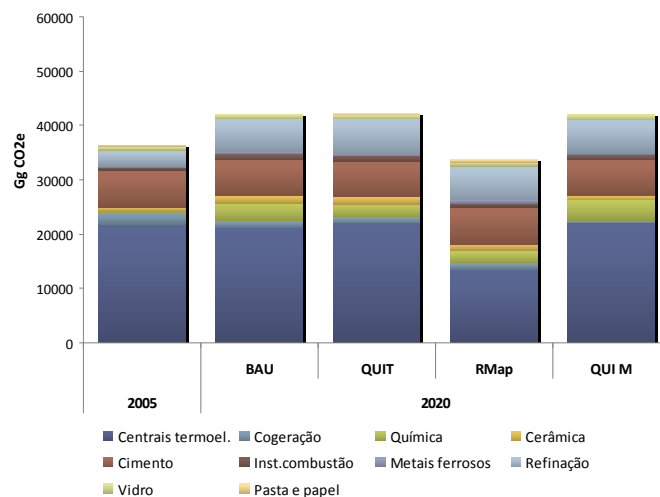


Figura 5.3: Evolução das emissões de GEE no CELE

Emissões GEE: A evolução das emissões de GEE geradas por actividades não abrangidas pelo CELE mostra uma redução para todos os cenários estudados ((-17% no QUI M e -6% no QUIT e RMap), com excepção do BAU (+3%), evidenciando a importância das medidas adicionais do PNAC. e do potencial de implementação de tecnologias mais eficientes/renováveis no caso do QUI M. A oferta de energia (incluindo cogerações fora do CELE) e a indústria são claramente o sector que apresenta uma maior redução em virtude da substituição de combustíveis e substituição de fornos e caldeiras por mais eficientes. Assim, em 2020 os transportes mantêm-se como o sector mais poluente, atrás da oferta de energia e da indústria, apesar da renovação do parque e da utilização de biocombustíveis.. Apesar do aumento da procura de serviços energéticos prevê-se a redução das emissões do terciário devido à substituição do gasóleo de aquecimento por electricidade, assim como a utilização de tecnologias mais eficientes.

As emissões das actividades em CELE, comparativamente a 2005, sofrerão um aumento similar em todos os cenários (+15% e +16%) com excepção do RMAP (-8%), continuando a ser o sector electroprodutor o principal responsável, com mais de 50% das emissões em CELE (com excepção do cenário RMAP).

Tabela 5.1: Emissões de GEE em 1990, 2005 e 2020

| | 1990 (Gg CO2e) | 2005 (Gg CO2e) | 2020 (Gg CO2e) | | | | Δ (2020/2005) (%) | | | | Perfil sectorial (%) | | | | |
|-----------------------|-------------------|-------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|----------|-----------|-----------|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | 2005 | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Oferta Energia* | 16235 | 28283 | 30713 | 31720 | 23201 | 31735 | 9 | 12 | -18 | 12 | 32 | 33 | 35 | 28 | 38 |
| Indústria e Solventes | 14107 | 15964 | 16840 | 15153 | 15093 | 15874 | 5 | -5 | -5 | -1 | 18 | 18 | 17 | 19 | 19 |
| Transportes | 10052 | 19861 | 22617 | 21570 | 21648 | 16507 | 14 | 9 | 9 | -17 | 23 | 24 | 24 | 27 | 20 |
| Terciário | 755 | 3437 | 2891 | 2841 | 2842 | 965 | -16 | -17 | -17 | -72 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Doméstico | 2050 | 2652 | 2989 | 2512 | 2534 | 3105 | 13 | -5 | -4 | 17 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| F-Gases | 2 | 799 | 3618 | 2137 | 2137 | 2137 | 353 | 167 | 167 | 167 | 1 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| Agricultura | 9692 | 9059 | 9074 | 8423 | 8423 | 8296 | 0 | -7 | -7 | -8 | 10 | 10 | 9 | 10 | 10 |
| Resíduos | 7061 | 7151 | 5679 | 5679 | 5679 | 5580 | -21 | -21 | -21 | -22 | 8 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| TOTAL NACIONAL | 59954 | 87205 | 94421 | 90033 | 81557 | 84200 | 8 | 3 | -6 | -3 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Inclui toda a chp

Tabela 5.2: Emissões de GEE de actividades não abrangidas pelo CELE em 2005 e 2020

| | 2005 (Gg CO2e) | 2020 (Gg CO2e) | | | | Δ (2020/2005) (%) | | | | Perfil sectorial (%) | | | | |
|-----------------------|-------------------|----------------|-------|-------|-------|-------------------|------|------|------|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | 2005 | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Oferta Energia* | 3361 | 2324 | 2259 | 2254 | 3088 | -31 | -33 | -33 | -8 | 7 | 4 | 5 | 5 | 7 |
| Indústria e Solventes | 4459 | 3172 | 2471 | 2441 | 2456 | -29 | -45 | -45 | -45 | 9 | 6 | 5 | 5 | 6 |
| Transportes | 19861 | 22617 | 21570 | 21648 | 16507 | 14 | 9 | 9 | -17 | 39 | 43 | 45 | 45 | 39 |
| Terciário | 3437 | 2891 | 2841 | 2842 | 965 | -16 | -17 | -17 | -72 | 7 | 6 | 6 | 6 | 2 |
| Doméstico | 2652 | 2989 | 2512 | 2534 | 3105 | 13 | -5 | -4 | 17 | 5 | 6 | 5 | 5 | 7 |
| F-Gases | 799 | 3618 | 2137 | 2137 | 2137 | 353 | 167 | 167 | 167 | 2 | 7 | 4 | 4 | 5 |
| Agricultura | 9059 | 9074 | 8423 | 8423 | 8296 | 0 | -7 | -7 | -8 | 18 | 17 | 18 | 18 | 20 |
| Resíduos | 7151 | 5679 | 5679 | 5679 | 5580 | -21 | -21 | -21 | -22 | 14 | 11 | 12 | 12 | 13 |
| Total Não CELE | | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Inclui toda a chp

Tabela 5.3: Emissões de GEE de actividades abrangidas pelo CELE em 2005 e 2020

| | 2005 (Gg CO2e) | 2020 (Gg CO2e) | | | | Δ (2020/2005) (%) | | | | Perfil sectorial (%) | | | | |
|--------------------------|-------------------|----------------|-------|-------|-------|-------------------|------|------|------|----------------------|------------|------------|------------|------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | 2005 | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Centrais termoeléctricas | 21912 | 21243 | 21976 | 13462 | 21976 | -3 | 0 | -39 | 0 | 60 | 51 | 52 | 40 | 52 |
| Cogeração* | 2060 | 1226 | 1185 | 1185 | 568 | -40 | -43 | -43 | -72 | 6 | 3 | 3 | 4 | 1 |
| Cerâmica | 866 | 1403 | 1286 | 1286 | 677 | 62 | 48 | 48 | -22 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 |
| Cimento | 6610 | 6638 | 6638 | 6714 | 6638 | 0 | 0 | 2 | 0 | 18 | 16 | 16 | 20 | 16 |
| Química | 206 | 3248 | 2398 | 2294 | 3799 | 1476 | 1064 | 1013 | 1743 | 1 | 8 | 6 | 7 | 9 |
| Inst.combustão | 571 | 998 | 900 | 897 | 899 | 75 | 57 | 57 | 57 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 |
| Metais ferrosos | 236 | 466 | 466 | 466 | 466 | 97 | 97 | 97 | 97 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Refinação | 3009 | 5920 | 6300 | 6300 | 6103 | 97 | 109 | 109 | 103 | 8 | 14 | 15 | 19 | 15 |
| Pasta e papel | 315 | 142 | 221 | 221 | 162 | -55 | -30 | -30 | -49 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| Vidro | 640 | 774 | 774 | 774 | 777 | 21 | 21 | 21 | 21 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Total CELE | | | | | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

*Inclui toda a chp

5.1. Produção e consumo de energia, e processos industriais

As emissões de GEE associadas à produção e consumo de energia, bem como aos processos industriais são apresentadas de forma detalhada na tabela 5.4., incluindo a sua importância no âmbito do CELE. Globalmente, as emissões das actividades energéticas e processos industriais têm vindo a aumentar a sua contribuição no balanço nacional de emissões de GEE: em 1990 representavam 75% das emissões totais do País, passando em 2005 para 82%, estimando-se um ligeiro aumento para 2020 nos cenários analisados (85 a 84% do total nacional).

Convém sublinhar a evolução expectável das actividades de combustão, comparativamente a 2005, que contribuem de forma significativa para a descarbonização da economia Portuguesa. De facto, embora a procura de serviços de energia aumente, a redução das emissões é justificada pela adopção de tecnologias renováveis de produção e consumo, e tecnologias de consumo eficientes, como é o caso dos equipamentos eléctricos. Ao contrário, as emissões de processos industriais aumentam entre 25 a 44% face a 2005, como resposta ao aumento da procura de materiais e à relativa baixa capacidade de redução de emissões de processo nos vários sectores.

Actividades energéticas e processos industriais: as emissões têm vindo a aumentar no balanço nacional de emissões de GEE: em 1990 representavam 75% das emissões totais do País, passando em 2005 para 82%, estimando-se um ligeiro aumento para 2020 nos cenários analisados. A evolução esperada das emissões das actividades de combustão pauta-se por um decréscimo no RMap e QUIM, enquanto as de processo sofrem um aumento significativo sempre superior a 25%.

Tabela 5.4: Emissões totais de GEE das actividades de produção e consumo de energia, e processos industriais

| (Gg CO ₂ e) | 1990 | 2000 | 2005 | 2020 | | | |
|----------------------------------|--------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | BAU | QUIT | QUIM | RMAP |
| ACTIVIDADES COMBUSTÃO | 40169 | 59016 | 63916 | 69319 | 67064 | 60361 | 58587 |
| Δ (2020/2005) | | | | +8% | +5% | -6% | -8% |
| 1. Indústrias da Energia | 16010 | 20714 | 24952 | 30256 | 31332 | 31315 | 22825 |
| Electricidade dedicada (CELE) | | 19151* | 21912 | 24336 | 25033 | 25212 | 16525 |
| Co-geração | | 3773* | 3945* | 21243 | 21976 | 21976 | 13462 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 1972 1972* | 1226 1867 | 1185 1872 | 568 2668 | 1185 1878 |
| Refinaria (CELE) | 1920 | 2307 | 2596 | 5920 | 6300 | 6103 | 6300 |
| 2. Indústria e Construção | 9263 | 11884 | 10370 | 9019 | 7332 | 7085 | 7272 |
| Química | | 753* | 641* | 1525 | 525 | 1156 | 402 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 206 435* | 1296 229 | 446 79 | 982 173 | 342 70 |
| Pasta de papel e papel | | 201* | 344* | 185 | 265 | 280 | 265 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 315 29* | 142 43 | 221 43 | 162 118 | 221 43 |
| Cerâmicas | | 1179* | 1097* | 1525 | 1397 | 736 | 1397 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 866 231* | 1403 22 | 1286 112 | 677 59 | 1286 112 |
| Vidro | | 744 | 693 | 549 | 549 | 551 | 549 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 640 53 ^o | 522 26 | 522 26 | 525 26 | 522 26 |
| Cimento (CELE) | | 2270 | 2287 | 2397 | 2397 | 2397 | 2473 |
| Cal | | 81* | 67* | 27 | 27 | 27 | 27 |
| CELE Não CELE | | n.d. | 61* 6* | 24 3 | 24 3 | 24 3 | 24 3 |
| Siderurgia (CELE)* | | 769 | 181 | 448 | 448 | 448 | 448 |

| (Gg CO ₂ e) | 1990 | 2000 | 2005 | 2020 | | | |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | | | BAU | QUIT | QUIM | RMAP |
| Outras indústrias e construção | | 2813* | 2424* | 2283 | 1653 | 1440 | 1639 |
| CELE Não CELE | | <i>n.d.</i> | 571/1853* | 342/1941 | 248/1405 | 216/1224 | 246/1393 |
| 3. Transportes | 10052 | 19412 | 19861 | 22617 | 21570 | 16507 | 21648 |
| Aviação Civil | 167 | 367 | 420 | 665 | 665 | 679 | 665 |
| Rodoviário | 9459 | 18699 | 19162 | 21547 | 20500 | 15424 | 20579 |
| Ferrovial | 185 | 141 | 86 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| Marítimo | 242 | 204 | 193 | 344 | 344 | 344 | 344 |
| 4. Outros sectores | 4619 | 6329 | 7067 | 6970 | 6442 | 5034 | 6465 |
| Comércio/Sector terciário | 755 | 2208 | 3437 | 2891 | 2841 | 965 | 2842 |
| Doméstico | 2050 | 2745 | 2652 | 2989 | 2512 | 3105 | 2534 |
| Agricultura/Floresta/Pesca | 1814 | 1376 | 978 | 1090 | 1090 | 963 | 1090 |
| EMISSÕES FUGITIVAS ENERGIA | 225 | 677 | 1593 | 457 | 387 | 420 | 377 |
| PROCESSOS INDUSTRIAIS^b | 4626 | 6021 | 7725 | 11101 | 9619 | 10553 | 9619 |
| Δ (2020/2005) | | | | 44% | 25% | 37% | 25% |
| A. Produtos minerais | 3385 | 4360 | 4392 | 5042 | 5042 | 5061 | 5042 |
| C. Produção de metais | 29 | 28 | 15 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| B. Indústria Química | 1209 | 1486 | 2560 | 1952 | 1952 | 2817 | 1952 |
| Prod. NH ₄ ⁺ (CELE > 2015) | | 935 | 1809 | 269 | 269 | 1241 | 269 |
| Prod. N ₂ O (CELE > 2005) | | 435 | 612 | 1683 | 1683 | 1576 | 1683 |
| D. Outros (Não CELE) | | 105* | 90* | 92 | 92 | 101 | 92 |

Nota: Nesta tabela os valores de 1990, 2000 e 2005 têm por fonte as submissões nacionais de emissões e as emissões verificadas em CELE em 2005. Os valores de 2000 e 2005 assinalados com um * têm por fonte, estimativas de emissão obtidas com o modelo TIMES_PT as quais não incluem a cogeração. Não foi possível incluir nestes casos os valores dos inventários nacionais uma vez que estes incluem as emissões da cogeração, que neste estudo são consideradas separadamente. Optou-se por incluir os valores estimados com o TIMES_PT para haver alguma base de comparação com os valores para 2020. No entanto, não se mudaram os valores dos totais sectoriais que são os da submissão. Assim, estes valores totais em 2000 e 2005 nem sempre correspondem à soma das várias parcelas. Nas emissões verificadas em CELE em 2005 não é desagregado quais as emissões de processo e de combustão que, com excepção do caso do cimento e da cal, se optou aqui por incluir na totalidade nas emissões da combustão.

^aInclui emissões da combustão e da produção de vidro

^bO total dos processos industriais inclui as emissões de gases fluorados para mais fácil comparação com anos anteriores, apesar de estes não estarem incluídos nas parcelas or serem tratados na secção 5.4.

5.2. Agricultura e pecuária

As estimativas de emissões de GEE associadas às actividades da Agricultura e Pecuária, excepto consumos energéticas, seguiram a metodologia constante do NIR 07 (APA, 2008). Para o ano 2020 foi efectuado, quando tal se verificou necessário, a actualização de diversos parâmetros de cálculo e factores de emissão específicos, de forma a assegurar a coerência metodológica do cálculo face ao ano base considerado, 2005. As variáveis de actividade projectadas para 2020, e que constituem a base para a estimativa de emissões foram apresentadas anteriormente, em particular número de efectivos pecuários, azoto aplicado no solo sob a forma de fertilizantes sintéticos. No Anexo A3, é apresentado, em detalhe, o conjunto das variáveis de actividade mais relevantes. De uma forma sintética, o sector da Agricultura e Pecuária gera emissões de GEE (traduzidas sob a forma de CO₂e) provenientes de várias fontes de emissão, designadamente:

- Emissões de CH₄ resultantes da fermentação entérica dos efectivos pecuários;
- Emissões de CH₄ e de N₂O resultantes dos sistemas de gestão de estrumes;

c. Emissões Directas e Indirectas de N₂O de solos agrícolas:

- Directas: (i) Azoto aplicado sob a forma de fertilizantes sintéticos e sob a forma de estrumes, descontando a fracção que volatiliza como NH₃; (ii) Deposição directa de matéria orgânica por parte dos efectivos pecuários; (iii) Azoto fixado pelas culturas leguminosas; (iv) Azoto dos resíduos agrícolas incorporados no solo.

- Indirectas: Emissões de N₂O, que resultam de azoto que não foi emitido, quando foi aplicado pela primeira vez no solo e que por esse motivo sofre um processo de transporte através do sistema atmosférico, depois de volatilizar sob a forma de amónio ou óxidos nitrosos, ou através do sistema solo/água, por dissolução e/ou escoamento sob a forma de amónia, nitrito, nitrato ou compostos orgânicos: (i) Volatilização do azoto, sob forma de amónia, resultante da aplicação de fertilizantes sintéticos aplicados no solo; (ii) Volatilização do azoto proveniente dos sistemas de gestão de estrumes; (iii) Volatilização de azoto proveniente do estrume aplicado no solo como fertilizante; (iv) Volatilização de azoto resultante da excreção dos efectivos pecuários que se encontram em regime de pastagem ou confinados numa determinada área; (v) azoto proveniente de fertilizantes sintéticos, do estrume aplicado directamente no solo sob a forma de fertilizante e da excreção directa de efectivos em regime de pastagem, que sofre posteriormente um processo de infiltração/percolação no solo e escoamento.

d. Emissões de CH₄ resultantes da plantação de arroz;e. Emissões de CH₄ e de N₂O resultantes da queima de resíduos vegetais;

Na Tabela A4.1, em Anexo, apresentam-se as emissões de GEE, desagregadas pelos dois subsectores, Agricultura e Pecuária e por fonte de emissão, bem como a comparação entre as emissões estimadas para o ano 2020 e a sua variação face ao ano de 2005, expressa em percentagem. As projecções para o ano 2020 são estimadas apenas para o cenário QUIT (Quioto Tendencial), suportadas pela implementação de P&M sectoriais contempladas no PNAC 2006, sendo de salientar que para o sector em análise não foram definidas Novas Metas de 2007 [RCM 1/2008, de 4 de Janeiro], com vista ao cumprimento do protocolo de Quioto. Assim, é expectável um decréscimo de 15%, comparativamente a 2005, sendo a maior contribuição para este decréscimo devida à pecuária, e especificamente à redução de efectivos pecuários em mais de 25%. Caso não fosse contabilizado o potencial de redução de GEE associado à implementação de P&M sectoriais relativas ao PNAC 2006, o decréscimo de emissões seria consequentemente menor, mas ainda assim o sector apresentaria um decréscimo de 12% face ao ano 2005.

Relativamente ao potencial de redução de GEE associado à implementação de P&M sectoriais, estimado em 651 Gg CO₂e/ano, teve-se por base o documento do MAOTDR e do MADRP, Plano de Actuação PNAC 2006, mais especificamente a medida MAg2- Tratamento e valorização energética de resíduos de suinicultura, tendo sido calculado considerando os seguintes pressupostos:

(i) No início do ano de 2010 estarão em funcionamento todas as Estações de Tratamento de Águas Residuais (ETAR):

Agricultura e Pecuária:

As projecções estimadas de emissões de GEE para as actividades da agricultura e pecuária revelam uma redução de 15% em 2020 face a 2005, sendo o grande peso devido à *Fermentação Entérica* de efectivos pecuários, seguida pela *Gestão de Estrumes e Emissões Directas do Solo* e, em sentido oposto, o *Cultivo de Arroz* e a *Queima de Resíduos Agrícolas*.

- Inseridas no Protocolo de Cooperação no âmbito da Despoluição Integrada das Bacias Hidrográficas (Lis, Oeste e Monchique) – Efectivo animal abrangido=630000;

- Previstas na Estratégia Nacional para os Efluentes Agro-Pecuários e Agro-Industriais (ENEAPAI), sistemas de Setúbal e Rio Maior - Efectivo animal abrangido 648000;

(ii) Emissões evitadas de 516 kg/CO₂e/cabeça/ano, associados à componente CH₄ evitado (este valor não entra em conta com a componente emissões evitadas por via da injeção de energia eléctrica na rede nacional de transporte, produzida em sistemas de cogeração com recurso a biogás, originado no processo de tratamento de resíduos de suinicultura);

As emissões estimadas de GEE para o ano 2020 e respectiva variação face ao ano 2005 expressa em %, tendo em conta o peso de cada uma das fontes de emissão ao nível do sector, são mostradas na Figura 5.4. Neste caso não foi considerado o potencial de redução de GEE associado à implementação de P&M

sectoriais acima referidas, para ser possível efectuar numa primeira fase, uma análise da evolução de emissões de GEE por tipo de fonte dentro do sector, facto que não seria exequível, caso fosse contabilizado o potencial de redução associado à implementação de P&M sectoriais, na medida em que não seria possível alocar com rigor, o efeito de redução por fonte de GEE (ainda que na perspectiva mais conservadora, o potencial de redução venha a ser certamente repercutido ao nível das fontes *Gestão de Estrumes* e *Emissões directas do Solo*). Conclui-se que o grande peso em termos de emissões de GEE no sector está associado à fonte *Fermentação Entérica* de efectivos pecuários, seguida pela *Gestão de Estrumes* e *Emissões Directas do Solo*. Em sentido oposto, destaca-se o *Cultivo de Arroz* e a *Queima de Resíduos Agrícolas*, ainda que a primeira apresente um acréscimo de emissões entre os anos considerados, facto que está associado à projecção de aumento da área de arroz cultivada no ano 2020 face ao ano 2005.

Resíduos: estima-se uma redução de emissões dos resíduos e águas residuais de 15%, sendo o tratamento e deposição de resíduos no solo, responsável pelas maiores reduções, estimadas entre 35% (QUIT) e 39% (QUIM), enquanto o subsector das águas residuais aponta para um aumento ligeiro entre 3,4% (QUIT) e 2,5% (QUIM). De salientar ainda a importância crescente da incineração de resíduos que se pautará por um aumento das emissões de GEE de 53% no QUIT e de 67% no QUIM.

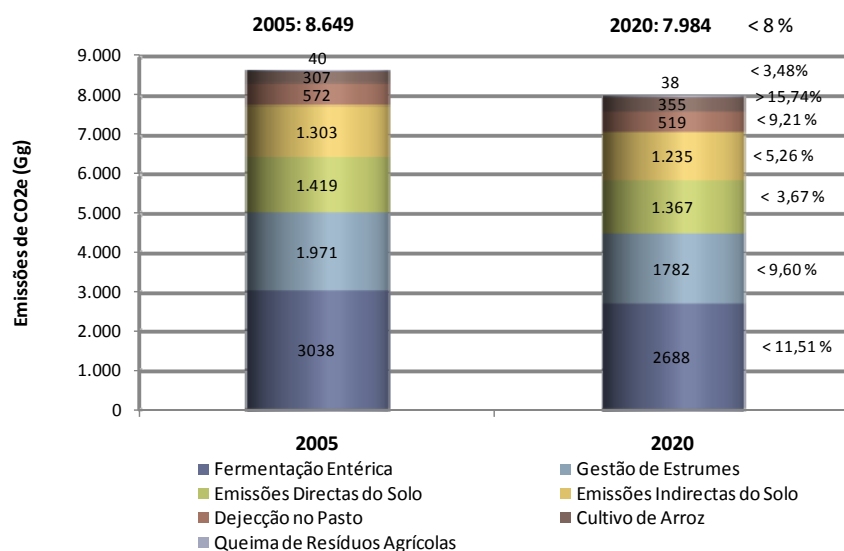


Figura 5.4: Emissões de GEE, sem o potencial de redução de GEE das P&M contidas em PNAC 2006 (% de Variação face a 2005)

5.3. Resíduos Sólidos e Águas Residuais

Recorda-se que foram considerados 2 cenários de trabalho, QUIT e QUIM, apresentados anteriormente. No horizonte 2020 estima-se uma redução de emissões, face a 2005, entre 14% (0,96 Mt CO₂e) e 16% (1,06 Mt CO₂e) considerando, respectivamente, os Cenários QUIT e QUIM. O subsector com maior contribuição é o tratamento e deposição de resíduos no solo, com reduções estimadas entre 35% (QUIT) e 39% (QUIM), enquanto o subsector das águas residuais registará um aumento estimado entre 3,4% (QUIT) e 2,5% (QUIM). De salientar ainda a importância crescente da incineração de resíduos que se pautará por um aumento das emissões de GEE de 53% no QUIT e de 67% no QUIM. O Metano (CH₄) é o GEE com maior contribuição para as emissões do sector, representava, em 2005, 84% (5,6 Mt CO₂e) das emissões, e em 2020 estima-se que mantenha uma representatividade acima dos 75%. A figura 5.5. ilustra a contribuição das diversas componentes do sector dos resíduos e águas residuais na geração de emissões de GEE, encontrando-se informação detalhada na Tabela A4.2, em Anexo.

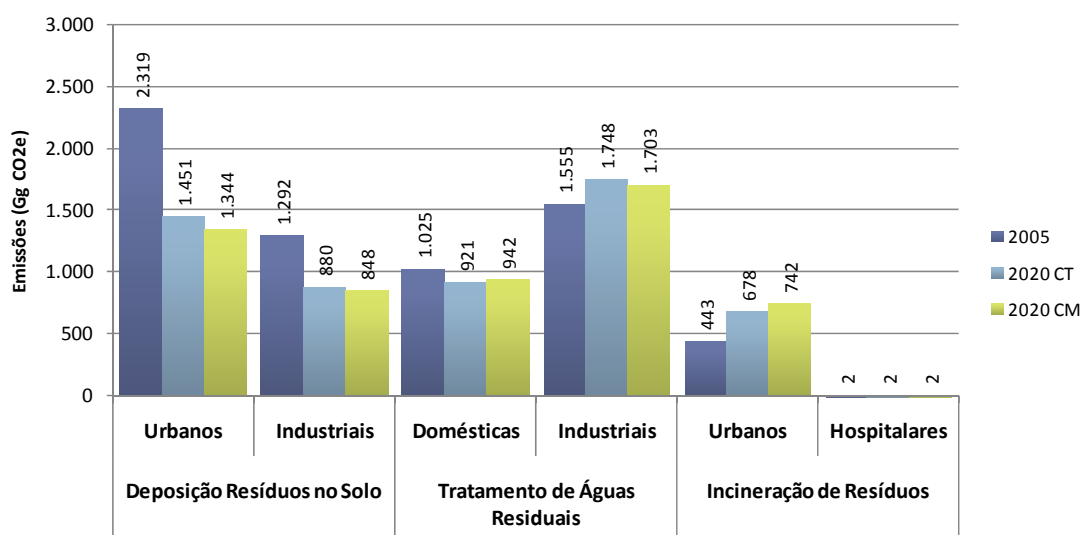


Figura 5.5: Emissões de GEE do Sector dos Resíduos e Águas Residuais: análise por subsector

5.4. Gases Fluorados

As estimativas de emissões de gases com efeito de estufa, expressas em CO₂e, geradas nos processos de produção e operação de gases fluorados foram obtidas para dois cenários, o Cenário Quioto Tendencial (QUIT) e QUIT com Medidas, como definidos na secção 3.2. Os valores obtidos são apresentadas na tabela 5.5 para os anos 2005 e 2020, para o cenário QUIT. Neste cenário, estima-se um aumento de cerca de 350% em 2020 comparativamente a 2005, sendo o sector do ar condicionado industrial a principal actividade responsável (60% do total em 2020), seguida do ar condicionado móvel (21%). O controlo de fugas, avaliado no Cenário QUIT com Medidas, apesar de ser um exercício teórico, revela um potencial de redução global de 40%, com ênfase para os sectores com maiores emissões.

F-Gases: As emissões de GEE associados aos gases fluorados sofrerão um acréscimo muito significativo e a ter em conta em termos absolutos, associado ao aumento do parque de equipamentos que utiliza estes gases, em particular de frio.

Tabela 5.5: Emissões de GEE (CO₂e) associados à utilização de gases fluorados para os cenários analisados

| (t CO ₂ e) | | BAU | QUIT QUIM RMAP |
|----------------------------|----------------|------------------|--------------------|
| | 2005 | 2020 | 2020 |
| Refrigeração doméstica | 11666 | 62845 | 51513 |
| Refrigeração comercial | 63302 | 132459 | 93740 |
| Ar condicionado doméstico | 4347 | 63301 | 37379 |
| Ar condicionado industrial | 418536 | 2145509 | 776538 |
| Ar condicionado móvel | 157622 | 773863 | 761937 |
| Veículos refrigerados | 59443 | 107625 | 107625 |
| Espumas | 58596 | 116836 | 92451 |
| Extintores | 5042 | 5885 | 5885 |
| MDI – Inaladores | 6505 | 3836 | 3836 |
| Equipamento eléctrico | 13710 | 206227 | 206227 |
| TOTAL | 798 768 | 3 618 385 | 2 137 130 |
| Δ (2020/2005) (%) | | 353% | 168% |

6. AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA PROPOSTA ENERGIA-CLIMA DA CE PARA PORTUGAL

Na sequência das propostas apresentadas pela CE em Janeiro de 2008, conhecidas como Pacote Energia-Clima, importa avaliar o seu significado para Portugal, até 2020, no sentido de equacionar (ou não) a necessidade de conceber objectivos de política sectorial adequados. Assim, as principais conclusões apuradas do exercício de modelação com impacto no quadro daquelas propostas são as que se apresentam a seguir.

COMPONENTE DO CONSUMO DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL, FACE AO TOTAL NACIONAL DE CONSUMO DE ENERGIA FINAL

Esta componente, que a CE propõe seja de 31% para Portugal, foi apurada de acordo com o art. 5º da proposta de directiva de renováveis, que inclui a electricidade de fonte renovável, 10% de biocombustíveis (Transportes), consumo de combustíveis renováveis e de ar ambiente para bombas de calor no doméstico e terciário, consumo de combustíveis renováveis na indústria e fracção de consumo de combustíveis renováveis em cogeração associada apenas à geração de calor. A tabela 6.1 sistematiza os valores encontrados.

Estima-se uma contribuição similar dos cenários RMAP e QUIM, na ordem dos 31%. A contribuição do cenário RMap é justificada pelos objectivos mais ambiciosos à partida, que são considerados neste cenário. A título de exemplo, pode referir-se que, para a produção de electricidade, o cenário RMAP considera nos seus pressupostos uma capacidade instalada de eólica de 6.5 GW, enquanto os cenários QUIT e QUIM considera 5.7 GW, e de 149 MW e 100 MW de solar, respectivamente. O cenário QUIM consegue atingir a meta por recorrer a equipamentos mais eficientes e com base em renováveis apenas nos sectores do lado da procura de energia. Os restantes cenários apurados pelo TIMES_PT, respeitando o quadro de investimentos já decididos e uma abordagem mais conservadora quanto à taxa de substituição tecnológica, ficam ligeiramente aquém desta proposta.

O consumo de energia de fonte renovável, relativamente ao total nacional de consumo de energia final, permite concluir que os cenários RMAP e QUIM atingem a proposta de 31% da CE, enquanto os restantes cenários apurados pelo TIMES_PT ficam ligeiramente aquém deste objectivo. Saliente-se a importância, em 2020, da electricidade de origem renovável, sempre superior a 50% no balanço de consumo final renovável do País, atingindo 51% no QUIM e 63% no RMAP.

Tabela 6.1: Consumo de energia de fonte renovável em 2020, nos cenários analisados

| Consumo de Energia Final de fonte renovável (PJ) | 2020 | | | |
|--|------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Electricidade | 112 | 136 | 177 | 142 |
| Calor e frio | 101 | 100 | 102 | 106 |
| Residencial | 49 | 48 | 47 | 59 |
| Comercial | 10 | 10 | 12 | 15 |
| Indústria | 42 | 43 | 44 | 32 |
| Transportes | 18 | 31 | 31 | 27 |
| Energia Final renovável (a) | | | | |
| Energia Final Total (b) | | | | |
| % Renováveis (a/b) | | | | |

Os resultados obtidos revelam sempre um aumento de emissões de GEE das actividades abrangidas pelo CELE, à excepção do Cenário RMAP, podendo-se assim afirmar que, mesmo com o reforço da componente renovável e a redução da contribuição do carvão convencional, não se configura possível cumprir a meta de -21% [meta de trabalho] apenas com reduções no sector electroprodutor, ou seja, os sectores da indústria em CELE deverão ter que equacionar um esforço adicional, de redução interna, e/ou através da participação no mercado de carbono.

ALTERAÇÃO DO REGIME DE COMÉRCIO EUROPEU DE LICENÇAS DE EMISSÃO

Convém realçar que não é certo a adopção para Portugal da meta de redução de emissões de GEE, expressas em CO₂e, de -21% para o conjunto de actividades abrangidas pelo CELE, considerando a nova proposta, uma vez que este valor se refere a uma meta global para o CELE da EU, que será depois distribuída pelos diversos sectores CELE e não pelos diversos EM, como aconteceu nos 2 primeiros períodos de mercado (1 Janeiro 2005 a 31 Dezembro 2012). No entanto, considerou-se relevante utilizar este valor como valor de referência para análise das emissões em CELE em Portugal.

Estima-se um aumento de emissões de 15 a 16% em todos os cenários, com excepção do RMAP que regista uma redução de -8%, face a 2005, como se mostra na tabela 6.2. Não se configura assim possível cumprir a meta de -21% apenas com reduções no sector electroprodutor, nomeadamente com a redução da contribuição do carvão convencional e reforço da componente renovável, como considerado no cenário RMAP. Em particular, os sectores da indústria em CELE deverão ter que equacionar, para além das medidas já implementadas e previstas, um esforço adicional, quer de redução, quer via participação no mercado de carbono.

Tabela 6.2: Variação das emissões de GEE das actividades abrangidas pela proposta de alteração da Directiva CELE, em 2020, face a 2005, para os cenários estudados

| Actividades abrangidas pelo CELE | Variação face a 2005 (%) | | | |
|----------------------------------|--------------------------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Centrais termoeléctricas | -3 | 0 | -39 | 0 |
| Cogeração | -40 | -43 | -43 | -72 |
| Cerâmica | 62 | 48 | 48 | -22 |
| Cimento | 0 | 0 | 2 | 0 |
| Química ¹ | 1476 | 1064 | 1013 | 1743 |
| Instalações de combustão | 75 | 57 | 57 | 57 |
| Metais ferrosos | 97 | 97 | 97 | 97 |
| Refinação | 97 | 109 | 109 | 103 |
| Pasta e papel | -55 | -30 | -30 | -49 |
| Vidro | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Total CELE | | | | |

Notas: ¹O acréscimo muito significativo das emissões de GEE na indústria Química em CELE, deve-se à maior abrangência das instalações neste sector, que passou a incluir, por exemplo, a produção de ácido nítrico.

PARTILHA DE ESFORÇO DE REDUÇÃO DAS ACTIVIDADES NÃO ABRANGIDAS PELO COMÉRCIO EUROPEU DE LICENÇAS DE EMISSÃO

Sobre a proposta de partilha de esforço das actividades não abrangidas pelo CELE, constata-se sempre uma redução de emissões de GEE em 2020, face a 2005, especialmente no QUIM, com excepção do BAU. Fica claro que a implementação das medidas adicionais do PNAC é essencial para garantir a aderência à meta proposta pela CE de +1% em 2020, relativamente a 2005. Com efeito, no BAU, onde estas medidas não são consideradas, as emissões aumentam 3% face a 2005.

Tabela 6.3: Variação das emissões de GEE das actividades não abrangidas pelo CELE, em 2020, face a 2005, para os cenários estudados

| Actividades não abrangidas pelo CELE | Variação face a 2005 (%) | | | |
|--------------------------------------|--------------------------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Oferta Energia | -31 | -33 | -33 | -8 |
| Indústria e Solventes | -29 | -45 | -45 | -45 |
| Transportes | 14 | 9 | 9 | -17 |
| Terciário | -16 | -17 | -17 | -72 |
| Doméstico | 13 | -5 | -4 | 17 |
| F-Gases ¹ | 353 | 167 | 167 | 167 |
| Agricultura | 0 | -7 | -7 | -8 |
| Resíduos | -21 | -21 | -21 | -22 |
| Total Nacional | | | | |

Notas: ¹As emissões de gases fluorados (F-Gases) surgem como um grupo independente, embora sejam geradas nos sectores da Indústria, Transportes, Terciário e Doméstico.

A implementação das medidas adicionais do PNAC é essencial para garantir o cumprimento com a meta proposta pela CE de +1% em 2020, relativamente a 2005, já que, no BAU, onde estas medidas não são consideradas, as emissões aumentam + 3% face a 2005.

Em termos de conclusão, final pode afirmar-se que, embora se preveja exequível atingir as propostas da CE que se referem à componente de renováveis no balanço de consumo de energia final e ao esforço de redução de actividades não cobertos pelo CELE, as mesmas se afiguram exigentes, uma vez que pressupõem, no âmbito do presente exercício de modelação, o rigoroso cumprimento de todas as medidas inerentes aos cenários considerados, designadamente as metas constantes no PNAC 2006, as novas metas 2007, o PNAEE e novas tecnologias de energia.

Importa ainda referir que os indicadores que caracterizam a evolução esperada da intensidade energética e carbónica da economia portuguesa até 2020 (tabela 6.4) configuram uma tendência significativa no sentido da sua descarbonização. Esta evolução é justificada, em parte, pelo recurso a energias renováveis, pela maior eficiência no consumo, apesar do aumento do indicador relativo ao consumo de energia per capita e à redução da intensidade carbónica do sector eléctrico. Os indicadores do cenário RMAP devem ser comparados com os dos QUIT já que são

suportados pelo mesmo nível de crescimento económico, assistindo-se a uma redução de 19 a 35% na intensidade carbónica do PIB comparado com 2000.

Tabela 6.4: Evolução de indicadores de energia e GEE para Portugal, nos cenários analisados

| Indicador | Unidade | 2000 | 2020 | | | |
|------------------------------|--------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | BAU | QUIT | RMap | QUIM |
| PIB per capita | 1000 euros'00/hab. | 12.0 | 16.2 | 16.2 | 16.2 | 17.5 |
| Energia final per capita | tep/hab. | 1.6 | 1.97 | 1.98 | 1.99 | 1.76 |
| Intens. Energ. PIB (final) | tep EF/Meuros'00 | 134 | 121.8 | 122.1 | 122.9 | 100.3 |
| Intensidade carbónica do PIB | tCO2e/Meuros'00 | 698 | 560 | 534 | 483 | 448 |
| Emissões GEE per capita | tCO2e/hab. | 8.3 | 9.1 | 8.6 | 7.8 | 7.8 |
| GEE da geração electricidade | t CO2/MWh | 0.54 | 0.33 | 0.30 | 0.19 | 0.28 |

7. ANÁLISES DE SENSIBILIDADE

De forma a acomodar as principais fontes de incerteza associadas ao trabalho de modelação desenvolvido foram feitas análises de sensibilidade a dois factores com impacte significativo no sistema energético nacional, nomeadamente, a disponibilidade hídrica e os preços elevados de energia primária.

Para as variações de disponibilidade hídrica assumiram-se 2 casos, em que a disponibilidade dos aproveitamentos hidroeléctricos em 2020 é (i) idêntica à ocorrida em 2003, um ano húmido (Hidraulicidade Alta); e (ii) idêntica à verificada em 2005, um ano de seca (Hidraulicidade Baixa). Assim, para o caso da hidraulicidade alta tem-se um IPH (índice de produtividade hidroeléctrico) de 1.090, enquanto para a hidraulicidade baixa tem-se um IPH de 0.336. Note-se que o caso Base configura a hidraulicidade média idêntica à verificada em 2000, com um IPH de 0.885.

Para a sensibilidade aos preços de energia primária elevados, e tendo em atenção a tendência de preços verificado no ano 2008, assumiu-se o cenário de preços alto com base nos cenários de preços de crude elaborados pelo Departamento de Planeamento e Prospectiva (Ribeiro *et al*, 2008b). Este teve como base os cenários de preços da Agência Internacional de Energia e da Agência de Energia Americana, tendo sido validado por peritos nacionais do sector. Os preços correspondentes a cada cenário para o gás natural e para o carvão foram estimados assumindo a relação entre o preço do crude e os outros combustíveis fósseis equivalente à considerada no cenário *High Growth* definidos no documento World Energy Outlook 2007 da Agência Internacional de Energia. Os preços de energia primária apurados são os apresentados na Tabela 7.1.

Tabela 7.1: Principais preços de importação de energia primária considerados no caso base e na análise de sensibilidade a preços elevados de energia primária

| Ano | Crude (\$2007/bbl) | | Gás Natural (\$2007/m ³) | | Carvão (\$2007/ton) | |
|------|-----------------------|--------|---|------|------------------------|-------|
| | Base | Alta | Base | Alta | Base | Alta |
| 2000 | 35,84 | 35,84 | 0,21 | 0,21 | 35,25 | 35,25 |
| 2005 | 57,15 | 57,15 | 0,27 | 0,27 | 65,82 | 65,82 |
| 2010 | 53,53 | 93,28 | 0,22 | 0,39 | 50,85 | 85,04 |
| 2015 | 56,08 | 97,13 | 0,24 | 0,41 | 55,68 | 86,02 |
| 2020 | 58,75 | 101,15 | 0,25 | 0,43 | 58,21 | 87,01 |

De uma maneira geral, as alterações resultantes da análise de sensibilidade focam a variação do perfil de energia primária, em particular hídrica e gás natural, consoante a análise do caso de sensibilidade considerada, como ilustrado na Figura 7.1.

- **Caso Hidraulicidade Baixa:** o consumo de recursos hídricos para geração de electricidade, em comparação ao caso BASE reduz-se em todos os cenários (-56 a -61% face ao caso BASE), como seria de esperar, atingindo o máximo no QUIM e BAU e mínimo no QUIT. Esta redução é compensada pelo aumento do consumo de gás natural, especialmente no RMAP (+34% face ao caso BASE), da energia eólica no QUIT e especialmente no BAU (+40%) e do solar térmico apenas no QUIT (+6%). O impacto da hidraulicidade baixa no QUIT é ligeiramente menor devido ao maior grau de penetração cogeração neste cenário em detrimento de barragens (ver secção 4.3). A contribuição da energia renovável na energia primária total diminui para para a gama dos 23-29% nesta análise de sensibilidade, enquanto no caso base representa 25 a 34%.

- Caso **Hidraulicidade Alta**: conforme esperado, verifica-se o aumento da participação de recursos hídricos mas apenas nos cenários BAU e QUIM, com respectivamente +9% e +6% do que no caso BASE. Este aumento da hidraulicidade leva a uma redução de -2 a -9% do consumo de gás natural, respectivamente no BAU e QUIM, assim como uma redução de -1% de solar no BAU. Nos cenários QUIT e RMAP a maior disponibilidade de recursos hídricos não leva a qualquer alteração, dado o maior recurso a cogeração no QUIT e a maior capacidade instalada de energia eólica que é utilizada para satisfazer a procura no RMAP. A contribuição da energia renovável na energia primária total aumenta apenas 1% no cenário BAU, quando comparada com o caso BASE, não tendo qualquer impacto nos outros cenários.
- Caso **Preços Altos de Energia Primária**: verifica-se, em todos os cenários, a redução do consumo de gás natural (-5% no RMAP, face ao caso BASE e -25% no QUIM). O efeito do aumento dos preços de energia primária faz-se sentir sobretudo para este vector energético, em especial através da redução das novas cogerações a gás natural e no consumo em caldeiras e fornos na indústria. Em alternativa, é prolongado o funcionamento das cogerações a fuel e gasóleo existentes em 2000 e 2005, bem como a cogeração a partir de biomassa. Assim, em termos gerais, o aumento dos preços de energia primária acaba por traduzir-se num aumento do consumo de produtos petrolíferos na ordem dos +10% face ao caso BASE no BAU e +17% no QUIM. No cenário RMAP este aumento é de apenas +1%, uma vez que se obrigou o funcionamento das cogerações a gás por forma a garantir a implementação do Road-Map de renováveis da DGEG. No entanto, porque há também um aumento do consumo de biogás para geração de electricidade (até +14% que no caso BASE), de biomassa (até +5%) e de resíduos (até +4%), o aumento dos preços de energia primária leva a um aumento ligeiro da contribuição da energia renovável na energia primária total no cenário BAU. Nos restantes cenários mantém-se a contribuição das renováveis.

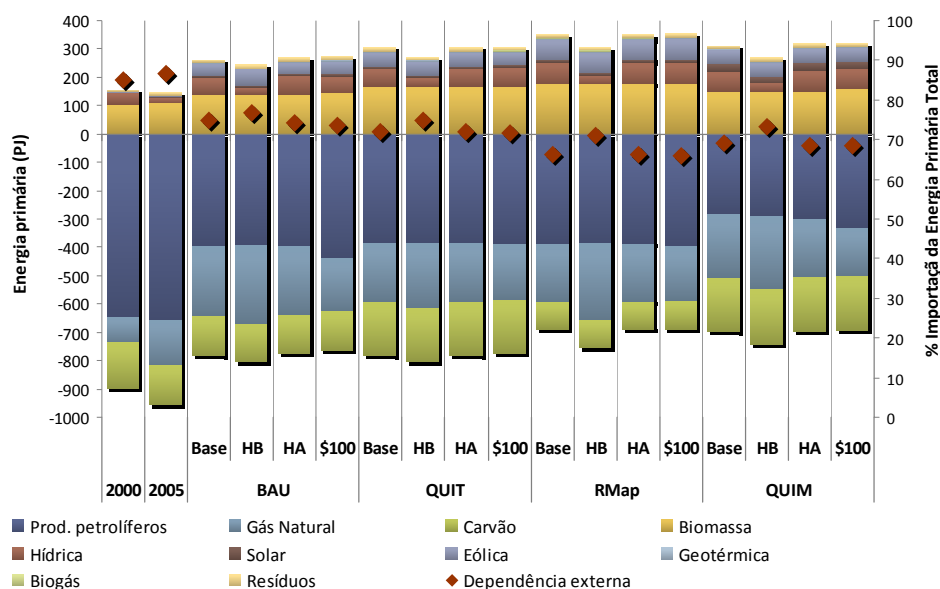


Figura 7.1: Variação no consumo de energia primária em PJ em 2000, 2005 e 2020 para os vários cenários e análises de sensibilidade consideradas (HB – Hidraulicidade Baixa, HA – Hidraulicidade Alta e \$100 – Preços altos de energia primária). Os valores negativos no eixo da esquerda referem-se a importações. No eixo secundário mostra-se a dependência externa expressa em % de energia primária importada no consumo total de energia primária

É de referir que para qualquer dos casos (BASE e análises de sensibilidade) a dependência externa em 2020 nunca se reduz abaixo de 66% (i.e. 66% da energia primária consumida é importada). Naturalmente, o aumento dos preços de energia primária e disponibilidade hídrica contribuem para reduzir a dependência externa: o cenário BAU apresenta a maior dependência externa em qualquer dos casos analisados (74-77%) e o RMAP a menor (66-71%). A análise das emissões para os vários casos de sensibilidade é feita para os dois universos CELE e não-CELE, sistematizando-se na tabela 7.2., a variação face ao caso BASE, sempre para o ano 2020, ano alvo da análise.

Tabela 7.2: Variação das emissões de GEE em 2020 dos casos de análise de sensibilidade face às emissões no caso base

| Variação (%) face a BASE em 2020 | Hidraulicidade Baixa | | | | Hidraulicidade Alta | | | | Crude a \$100 bbl | | | |
|----------------------------------|----------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Não CELE | | | | | | | | | | | | |
| Oferta Energia | -7 | 1 | -17 | 10 | 0 | 0 | 0 | -7 | -20 | 0 | 0 | -24 |
| Indústria e Solv. | -5 | 23 | 0 | 26 | -2 | 0 | 0 | -18 | 5 | 2 | 0 | -6 |
| Transportes | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Terciário | 0 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | -2 | -2 | 0 | -1 | -2 |
| Doméstico | 0 | 5 | 23 | -1 | -11 | 0 | 0 | -1 | -13 | -11 | -2 | -1 |
| F-Gases | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Agricultura | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Resíduos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total Não CELE | | | | | | | | | | | | |
| CELE | | | | | | | | | | | | |
| Centrais termoel. | 4 | 0 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Cogeração | 93 | 2 | 89 | 104 | -1 | 0 | 0 | 203 | 18 | 0 | 0 | 197 |
| Cerâmica | 0 | 1 | 0 | 129 | -1 | 0 | 0 | -15 | 3 | 0 | 0 | 16 |
| Cimento | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Química | -7 | 27 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | 10 | -2 | 0 | 6 |
| Inst.combustão | -2 | 9 | 0 | 11 | -1 | 0 | 0 | -8 | 2 | 1 | 0 | -3 |
| Metais ferrosos | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Refinação | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Pasta e papel | 0 | -36 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 4 | 39 | -11 | -11 | 38 |
| Vidro | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total CELE | | | | | | | | | | | | |

De entre os sectores **Não CELE** as várias análises de sensibilidade não causam quaisquer alterações nas emissões dos transportes e do consumo de energia na agricultura, dado que no primeiro caso as alternativas de combustíveis (electricidade, hidrogénio e biocombustíveis) não são competitivas mesmo com o aumento dos preços de energia primária e, no caso da agricultura, a modelação simplificada do sector não possibilita a substituição de combustíveis. Note-se que as emissões de F-Gases, e as provenientes dos resíduos e das actividades agrícolas que não o consumo de combustíveis não foram sujeitas a estas análises de sensibilidade. Para os restantes sectores verificam-se as seguintes alterações:

- A **hidraulicidade baixa** tem um impacto diferenciado nas emissões Não CELE da oferta de energia (cogeração), induzindo um aumento global no QUIT e RMAP e uma redução no BAU e QUIM. Conforme explicado anteriormente, estes diferentes comportamentos sucedem porque, para fazer face à redução da electricidade gerada em barragens, no BAU é aumentada a capacidade instalada de energia eólica e no QUIM recorre-se em maior grau e a medidas de eficiência energética. No QUIT e QUIM a redução da

actividade das barragens é essencialmente compensada por aumento das cogerações a gás fora do CELE, com os respectivos aumentos de emissões. A redução da geração de electricidade proveniente de hídrica aumenta ligeiramente as emissões da indústria e terciário no QUIT e QUIM, correspondendo à substituição de electricidade por gás natural. No sector residencial verificam-se aumentos significativos de emissões nos cenários QUIT e RMAP, que se devem também à substituição de electricidade por gás natural. No cenário QUIM, com maior flexibilidade de trocas entre combustíveis e menor inércia de substituição de tecnologias, o gás natural (necessário para o terciário e indústria) é substituído por um maior nível de isolamento térmico das habitações o que leva a uma redução das emissões de -1%.

- A **hidraulicidade alta** induz reduções das emissões Não-CELE apenas para os cenários BAU e QUIM para os sectores da oferta de energia, indústria, terciário e doméstico. A redução das emissões é devida, à redução da actividade das cogerações a gás e à substituição de gás por electricidade.
- O **aumento dos preços de energia primária** leva à redução significativa das emissões Não CELE da oferta de energia (cogeração) no BAU e QUIM, quando comparado com o caso BASE, uma vez que as novas cogerações de pequena dimensão a gás natural são substituídas pela manutenção das existentes em 2000 e 2005 a fuel, mas que têm dimensões acima do limiar CELE, sendo assim contabilizadas no CELE. Nos sectores residencial e terciário verificam-se também reduções nas emissões, motivadas pela substituição de gás natural por electricidade, isolamento e geotérmica (especialmente para o terciário), e por algum solar térmico (apenas no residencial). Por fim, na indústria as emissões aumentam ligeiramente no BAU e QUIT já que, devido ao aumento dos preços de gás natural, se mantêm em funcionamento as caldeiras e fornalhas existentes a fuel e gasóleo em vez de se investir em novos equipamentos a gás, como sucede no caso BASE. Aumenta também o consumo de biomassa e electricidade, mas o efeito global é o aumento das emissões. No caso particular do QUIM as emissões da indústria reduzem-se em -6% porque como há menor inércia, é possível uma maior substituição de gás por biomassa e electricidade.

No que respeita ao universo **CELE**, e atendendo à tabela 7.1, as emissões da produção de cimento, vidro e metais ferrosos também não sofre qualquer alteração uma vez que estes processos têm um reduzido leque de opções tecnológicas alternativas. As emissões das centrais termoeléctricas, cuja actividade mínima se encontra restringida por forma a reflectir a implementação das P&M previstas, apenas se altera para a sensibilidade hidraulicidade baixa para os cenários BAU e RMAP. Para estes verifica-se um aumento de +4 e +20% face ao caso BASE, respectivamente, devido à maior actividade das novas centrais a gás de ciclo combinado. Nos cenários QUIM e QUIT é mais competitivo recorrer às cogerações a gás. Para os restantes sectores em CELE verificam-se as seguintes alterações:

- A **hidraulicidade baixa** induz o aumento, face ao caso BASE, das emissões da cogeração (devido ao aumento do consumo de gás natural atrás referido), das cerâmicas, da química, e das instalações de combustão maioritariamente no cenário QUIT e QUIM (devido à maior utilização de gás em substituição de alguma electricidade). O BAU e RMAP são menos sensíveis à variação da hidraulicidade devido ao maior parque renovável, como visto atrás. As reduções na pasta de papel no QUIT devem-se à maior utilização de calor proveniente de novas cogerações a biomassa em detrimento de gás e electricidade.
- A **hidraulicidade alta** leva a um aumento das emissões da cogeração e da pasta e papel para o cenário QUIM. O aumento na cogeração deve-se ao facto de não se justificar investir em novas cogerações a gás, por haver maior disponibilidade de recursos hídricos, mantendo-se em funcionamento as existentes no ano 2000 (a fuel e gasóleo). O aumento na pasta e papel deve-se à maior utilização de gás e caldeiras a fuel em substituição da biomassa.

- **O aumento dos preços de energia primária** leva a aumentos significativos das emissões da cogeração, da química, das cerâmicas, das instalações de combustão (apenas no BAU) e da pasta de papel no BAU e QUIM. Estes aumentos justificam-se essencialmente devido ao preço mais elevado do gás natural que leva que por serem menos competitivos os investimentos em novos equipamentos a gás mantêm-se em funcionamento as cogerações, caldeiras e fornos existentes em 2000 a fuel e gasóleo, e ii) a biomassa que no caso BASE é utilizada em caldeiras torna-se mais competitiva em algumas novas cogerações necessárias. Já as existentes a fuel e gasóleo não são suficientes para satisfazer o aumento de procura. Assim, na química e cerâmicas a redução de biomassa em caldeiras e fornos é compensada pelo aumento de produtos petrolíferos o que tem como efeito global o aumento das emissões. No RMAP e QUIT isto não acontece porque continuam a ser mais competitivas as cogerações a gás natural, cuja a actividade não se altera tanto com o aumento dos preços.

Em termos globais, e relativamente a emissões para o CELE e Não CELE conclui-se que o sistema energético nacional é sensível a variações da hidraulicidade. Embora estas resultem em variações globais de emissões de apenas -2 a +2% no Não CELE, face ao caso BASE. No CELE poderá haver variações entre +4 a +11% face ao caso BASE. Face a uma hidraulicidade baixa, a redução da electricidade gerada a partir de recursos hídricos é compensada pelo aumento da utilização do gás natural nas centrais de ciclo combinado e/ou da cogeração. Com o aumento da hidraulicidade, reduz-se ligeiramente o consumo de gás natural em cogeração e na indústria.

Já no que se refere a cenários de preços de energia primária elevados, há uma resposta ligeiramente menos significativa das emissões associadas ao sistema energético nacional - o aumento dos preços resulta numa variação de emissões em 2020 face ao caso BASE de -1% a -2% no Não CELE e +2% a +4% no CELE. Este comportamento diferenciado justifica-se no Não CELE pela substituição de gás natural por electricidade, isolamento, energia geotérmica e algum solar térmico e pela passagem de emissões de Não CELE para CELE (pequenas cogerações a gás em Não CELE substituídas por manutenção de equipamentos maiores a fuel em CELE). No CELE, apesar de haver um aumento da biomassa para cogeração, o efeito global é de aumento de emissões que se deve à manutenção em actividade das instalações de cogeração existentes de maior dimensão a fuel e gasóleo, assim como fornos e caldeiras. Em súpula, com excepção da hidraulicidade baixa para o CELE, os restantes casos objecto de análise de sensibilidade conduzem a variações nas emissões que não se traduzem em diferenças significativas globais para o cumprimento da metas CELE e Não CELE do pacote energia-clima, como se mostra na tabela 7.3. O impacto das variáveis analisadas no balanço de energia final renovável, é no entanto significativo, como se constata na tabela 7.4.

O sistema energético nacional é sensível a variações da hidraulicidade no CELE, já que o seu impacto nas emissões ronda -2 a +2% no Não CELE e +4 a +11% no CELE, face ao caso BASE. Face a uma hidraulicidade baixa, a redução da electricidade gerada a partir de recursos hídricos é compensada pelo aumento da utilização do gás natural, enquanto o aumento da hidraulicidade induz uma redução ligeira do consumo de gás natural em cogeração e na indústria.

O cenário de preços de energia primária elevados induz uma variação de emissões em 2020 face ao caso BASE de -1% a -2% no universo Não CELE e +2% a +4% no universo CELE.

Tabela 7.3: Variação das emissões de GEE em 2020 face a 2005 no caso base e nas várias análises de sensibilidade

| Variação 2020 face a 2005 (%) | Caso Base | | | | Crude a \$100 bbl | | | |
|-------------------------------|----------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| CELE | 15 | 16 | -8 | 15 | 17 | 16 | -8 | 20 |
| Não CELE | 3 | -6 | -6 | -17 | 2 | -6 | -6 | -19 |
| Total Nacional | 8 | 3 | -6 | -3 | 8 | 3 | -7 | -3 |
| Variação 2020 face a 2005 (%) | Hidraulicidade Baixa | | | | Hidraulicidade Alta | | | |
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| CELE | 20 | 18 | 2 | 20 | 15 | 16 | -8 | 18 |
| Não CELE | 3 | -4 | -5 | -15 | 2 | -6 | -6 | -18 |
| Total Nacional | 10 | 5 | -2 | -1 | 8 | 3 | -6 | -3 |

Tabela 7.4: Variação na energia final renovável em 2020 face a 2005, no caso base e nas análises de sensibilidade

| Variação 2020 face a 2005 (%) | Caso Base | | | | Crude a \$100 bbl | | | |
|-------------------------------|----------------------|------|------|------|---------------------|------|------|------|
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Electricidade | 112 | 136 | 177 | 142 | 112 | 145 | 176 | 144 |
| Calor e frio | 101 | 100 | 102 | 106 | 94 | 76 | 92 | 104 |
| Residencial | 49 | 48 | 47 | 59 | 33 | 20 | 50 | 47 |
| Comercial | 10 | 10 | 12 | 15 | 13 | 13 | 11 | 18 |
| Indústria | 42 | 43 | 44 | 32 | 49 | 43 | 31 | 40 |
| Transportes | 18 | 31 | 31 | 27 | 16 | 27 | 26 | 27 |
| Energia Final renovável (a) | 232 | 267 | 310 | 274 | 222 | 248 | 295 | 276 |
| Energia Final Total (b) | 974 | 976 | 985 | 895 | 855 | 853 | 872 | 882 |
| % Renováveis (a/b) | 24 | 27 | 31 | 31 | 26 | 29 | 34 | 31 |
| Variação 2020 face a 2005 (%) | Hidraulicidade Baixa | | | | Hidraulicidade Alta | | | |
| | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Electricidade | 93 | 101 | 134 | 99 | 115 | 147 | 175 | 147 |
| Calor e frio | 101 | 102 | 103 | 107 | 90 | 71 | 91 | 89 |
| Residencial | 49 | 49 | 46 | 59 | 32 | 24 | 46 | 35 |
| Comercial | 11 | 10 | 13 | 14 | 11 | 11 | 11 | 18 |
| Indústria | 42 | 43 | 44 | 34 | 47 | 36 | 34 | 36 |
| Transportes | 18 | 31 | 31 | 27 | 16 | 27 | 27 | 28 |
| Energia Final renovável (a) | 212 | 234 | 267 | 233 | 220 | 245 | 292 | 263 |
| Energia Final Total (b) | 984 | 973 | 1000 | 906 | 861 | 846 | 873 | 873 |
| % Renováveis (a/b) | 22 | 24 | 27 | 26 | 26 | 29 | 33 | 30 |

8. Referências Bibliográficas

APA, 2006, Programa Nacional para as Alterações Climáticas. Lisboa

APA, 2007. Inventário Nacional de Emissões, Agência Portuguesa para o Ambiente, 2007, Lisboa.

CE, 2008a. Proposta de DECISÃO DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativa aos esforços a realizar pelos Estados-Membros para redução das suas emissões de gases com efeito de estufa a fim de respeitar os compromissos de redução das emissões de gases com efeito de estufa da Comunidade até 2020 Disponível em <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0017:FIN:PT:PDF>

CE, 2008b. Proposta de DIRECTIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO relativa à promoção da utilização de energia proveniente de fontes renováveis Disponível em <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0019:FIN:PT:PDF>

CE, 2008c. Proposta de DIRECTIVA DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO que altera a Directiva 2003/87/CE a fim de melhorar e alargar o regime de comércio de licenças de emissão de gases com efeito de estufa da Comunidade . Disponível em <eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0016:FIN:PT:PDF>

DGGE, 1996. Estimativas baseadas no “Inquérito ao consumo doméstico - 1996”. DGGE, Lisboa. Não publicado.

DGGE/ IP-3E, 2004. Eficiência energética em equipamentos e sistemas eléctricos no sector residencial. DGGE/ IP-3E, Lisboa. Disponível em <http://www.p3e-portugal.com/_ficheiros/2/1/Eficiencia.pdf>

Fortes, P. S. Simões, J. Cleto, J. Seixas, 2008. Procura de energia e outros bens para Portugal para o horizonte até 2020 – Metodologia, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Março 2008, Monte de Caparica.

Hendriks, C., Graus, W., van Bergen, F., 2004. Global Carbon Dioxide Storage Potential and Costs. ECOFYS in cooperation with TNO, The Netherlands. Disponível em <www.ecofys.com/com/publications/documents/GlobalCarbonDioxideStorage.pdf>

INAG, DGEG, REN, 2007. Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico (PNBEPH), PNBEPH, Programa Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico, Novembro 2007, Lisboa

INE, 2002. XIV Recenseamento Geral à População Total – Principais Características dos agregados e alojamentos privados – Parâmetros de conforto das famílias. INE. Lisbon. Disponível em: www.ine.pt

IPCC, 2005. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O. Davidson, H. C. de Coninck, M. Loos, and L. A. Meyer (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge.

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

Loulou, R., Remme, U., Kanudia, A., Lehtila, A., Goldstein, G., 2005a. Documentation for the TIMES model-PART I. Energy Technology Systems Analysis Programme. Disponível em <www.etsap.org/tools.htm>

Loulou, R., Remme, U., Kanudia, A., Lehtila, A., Goldstein, G., 2005b. Documentation for the TIMES model-PART II. Energy Technology Systems Analysis Programme. Disponível em <www.etsap.org/tools.htm>

Ribeiro, J. Félix, Ana Maria Dias, Ângela Lobo, Carlos Nunes, Emídio Lopes, Graça Ponte da Silva, Susana Escária, 2008a, Cenários para a Economia Portuguesa no Período Pós-Quito, Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais, Março 2008. Lisboa.

Ribeiro, J. Félix, M. Proença, 2008b, Preço do Petróleo no Horizonte 2030, Departamento de Prospectiva e Planeamento e Relações Internacionais, Março 2008. Lisboa.

Russ P., Wiesenthal, T. Van Regemorter, D., Císcar, J., 2007. Global Climate Policy Scenarios for 2030 and beyond - Analysis of greenhouse gases emission reduction pathway scenarios with the POLES and GEM-E3 models. October 2007. JRC Reference Reports. Report EUR 23032 EN.

SEIA, 2001. Estudo de identificação e análise das implicações de natureza técnica, económica, social e legal, decorrentes da aplicação em Portugal da Directiva 96/61/CE, relativa à Prevenção e Controlo Integrados da Poluição Elaborado para a Direcção Geral de Indústria. Não publicado.

Simões, S., Cleto, J, Fortes, P., Seixas, J., Huppel, G., 2008. Cost of energy and environmental policy in Portuguese CO2 abatement—scenario analysis to 2020. *Energy Policy* 36, pp 3598-3611.

Anexo A: Informação Adicional

A1. Procura de serviços de energia e outros bem em Portugal em 2010

Tabela A1.1: Procura de materiais e energia na indústria no Cenário Tendencial e Mudança com indicação da variação média anual

| Ano | Procura de Materiais (Mt) Cenário Tendencial/Cenário Mudança | | | | | | | Procura de Energia (PJ) Cenário Tendencial/Cenário Mudança | | | |
|-----------|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---|-------------------|-----------------|-------------------|
| | Ferro e Aço | Amoníaco | Cloro | Cimento | Cal | Vidro | Papel | Metalurgia | Cerâmica | Outras Químicas | Outras Indústrias |
| 2000 | 1,04 | 0,30 | 0,06 | 10,08 | 0,30 | 0,99 | 1,29 | 0,54 | 29,18 | 21,71 | 68,13 |
| 2005 | 1,55 | 0,28 | 0,08 | 9,89 | 0,29 | 1,15 | 1,57 | 0,55 | 24,46 | 19,91 | 58,25 |
| 2010 | 2,53/ 2,53 | 0,32/ 0,32 | 0,15/ 0,15 | 10,68/ 10,42 | 0,32/ 0,31 | 1,39/ 1,39 | 2,60/ 2,60 | 0,67/ 0,66 | 24,31/ 24,31 | 22,26/ 22,37 | 58,70/ 57,55 |
| 2015 | 3,88/ 3,88 | 0,00/ 0,37 | 0,17/ 0,17 | 10,82/ 10,82 | 0,36/ 0,35 | 1,67/ 1,67 | 2,87/ 2,87 | 0,81/ 0,69 | 26,56/ 26,56 | 26,17/ 26,31 | 61,71/ 57,92 |
| 2020 | 3,84/ 3,84 | 0,00/ 0,42 | 0,19/ 0,18 | 10,82/ 10,82 | 0,39/ 0,37 | 1,80/ 1,79 | 3,17/ 3,17 | 1,03/ 0,70 | 28,22/ 27,47 | 30,61/ 28,81 | 65,56/ 59,35 |
| Δ (20/00) | 6,76%/ 6,76% | -100%/ 1,53% | 5,55%/ 5,28% | 0,35%/ 0,35% | 1,30%/ 1,06% | 3,04%/ 3,02% | 4,60%/ 4,60% | 3,28%/ 1,34% | -0,17%/ -0,30% | 1,73%/ 1,43% | -0,19%/ -0,69% |

Tabela A1.2: Procura de energia útil (PJ) no sector residencial no Cenário Tendencial e Mudança

| Ano | Procura de energia útil (PJ) Cenário Tendencial / Cenário Mudança | | | | | | | | | |
|-----------|--|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| | Aquecimento | Arrefecimento | Aquecimento água | Refrig. | Cozinha | Ilumin. | Máq. Roupa | Máq. Loiça | Máq. Secar Roupa | Outros Equip. Electricos |
| 2000 | 15,25 | 0,09 | 13,46 | 7,37 | 19,79 | 5,38 | 3,88 | 1,23 | 0,39 | 10,51 |
| 2005 | 20,32 | 0,35 | 16,72 | 8,72 | 21,36 | 5,77 | 4,71 | 3,71 | 0,44 | 12,16 |
| 2010 | 23,87/ 25,34 | 0,69/ 0,72 | 19,67/ 19,90 | 9,57/ 10,01 | 22,28/ 23,30 | 6,33/ 6,62 | 5,07/ 5,30 | 4,65/ 4,86 | 0,55/ 0,57 | 13,67/ 14,36 |
| 2015 | 28,03/ 30,65 | 1,00/ 1,09 | 21,35/ 21,85 | 10,15/ 10,99 | 23,04/ 24,95 | 7,09/ 7,68 | 5,41/ 5,86 | 5,88/ 6,36 | 0,64/ 0,69 | 15,45/ 17,48 |
| 2020 | 31,05/ 35,13 | 1,40/ 1,57 | 22,49/ 23,26 | 10,99/ 12,36 | 23,73/ 26,69 | 7,87/ 8,85 | 5,63/ 6,33 | 7,35/ 8,27 | 0,83/ 0,93 | 17,57/ 21,67 |
| Δ (20/00) | 3,62%/ 4,26% | 14,63%/ 15,31% | 2,60%/ 2,77% | 2,02%/ 2,62% | 0,91%/ 1,51% | 1,92%/ 2,52% | 1,87%/ 2,47% | 9,35%/ 9,99% | 3,90%/ 4,51% | 2,60%/ 3,68% |

Tabela A1.3: Procura de energia útil (PJ) no sector comercial no Cenário Tendencial e Mudança

| Ano | Procura de energia útil (PJ) Cenário Tendencial / Cenário Mudança | | | | | | | |
|------------------|--|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| | Aquecimento | Arrefecimento | Aquecimento água | Refrig. | Cozinha | Iluminação | Iluminação Pública | Equipam. Eléctricos |
| 2000 | 40,93 | 1,81 | 2,36 | 0,62 | 0,43 | 29,78 | 3,86 | 15,99 |
| 2005 | 50,10 | 2,28 | 2,57 | 0,99 | 0,76 | 30,38 | 5,07 | 17,01 |
| 2010 | 55,13/ 54,80 | 2,44/ 2,42 | 2,88/ 2,79 | 1,21/ 1,19 | 1,33/ 1,32 | 32,45/ 32,14 | 5,64/ 5,64 | 19,78/ 19,75 |
| 2015 | 55,18/ 55,67 | 2,62/ 2,63 | 3,08/ 3,01 | 1,29/ 1,30 | 1,51/ 1,52 | 34,69/ 34,84 | 6,45/ 6,45 | 23,22/ 24,54 |
| 2020 | 55,34/ 56,27 | 2,81/ 2,89 | 3,30/ 3,21 | 1,39/ 1,42 | 1,73/ 1,76 | 37,22/ 38,22 | 7,30/ 7,30 | 27,58/ 31,54 |
| Δ (20/00) | 1,52%/ 1,60% | 2,23%/ 2,37% | 1,70%/ 1,57% | 4,07%/ 4,20% | 7,21%/ 7,31% | 1,12%/ 1,26% | 3,24%/ 3,24% | 2,76%/ 3,46% |

Tabela A1.4: Procura de energia útil no sector agrícola nos Cenários Tendencial e Mudança

| (PJ) | Cenário Tendencial | Cenário Mudança |
|------|--------------------|-----------------|
| 2000 | 19,52 | 19,52 |
| 2010 | 15,93 | 15,32 |
| 2020 | 16,06 | 14,20 |

Tabela A1.5: Procura de transporte de passageiros e de mercadoria para os cenários Tendencial e Mudança

| Transporte de Passageiros (10 ⁹ pkm) Cenário Tendencial / Cenário Mudança | 2005 | 2020 | Δ (20/05) |
|--|----------------|---------------|------------------|
| Automóveis (longa distância) | 26,5 / 26,5 | 56,0/ 59 | 113%/ 123% |
| Automóveis (curta distância) | 59,1/ 59,1 | 70,6/ 65,5 | 19%/ 11% |
| Autocarro – BUS (curta distância) | 3,6/ 3,6 | 2,8/ 3,1 | -22%/ -14% |
| Autocarro – COACH (Longa distância) | 7,0/ 7,0 | 8,4/ 9,8 | 20 %/ 40% |
| Motociclos | 2,7/ 2,7 | 2,9/ 2,7 | 7%/ 0% |
| Ferroviário - Ligeiros (metropolitanos) | 0,9/ 0,9 | 1,7/ 2,3 | 89%/ 155% |
| Ferroviário Convencional | 3,8/ 3,8 | 4,4/ 5,2 | 16%/ 37% |
| | | | |
| Transporte de Mercadorias (10 ⁹ tkm) Cenários Tendencial / Cenário Mudança | 2005 | 2020 | Δ (20/05) |
| Rodoviário | 22,3/ 22,3 | 29,5/ 32,8 | 32%/ 47% |
| Ferroviário Convencional | 2,3/ 2,3 | 3,0/ 3,3 | 30%/ 43% |

Tabela A1.6: Evolução do VAB, para subsectores seleccionados

| Cenário Tendencial | Subsector | 2001-2005 | 2006-2010 | 2011-2015 | 2016-2020 |
|---|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| VAB Metalomecânicas e equipamentos (Taxa de Crescimento Anual, %) | Produção Refrigeração Doméstico e Comercial | 1,60 | 4,30 | 1,30 | 1,00 |
| VAB Serviços associados ao turismo (Taxa de Crescimento Anual, %) | Operação Refrigeração Comercial | -0,60 | 2,50 | 3,50 | 4,00 |
| VAB Comércio e reparação (Taxa de Crescimento Anual, %) | Operação Refrigeração Comercial | 0,80 | 2,00 | 1,90 | 2,00 |
| VAB Químicas (Taxa de Crescimento Anual, %) | Produção Espumas | -0,20 | 1,90 | 4,00 | 4,00 |
| Taxa de Crescimento Anual da População residente (%) | | 0,60 | 0,10 | -0,10 | -0,20 |

A2. Produção e Consumo de Energia

Tabela A2.1: Consumo de energia primária em 2005 e 2020, por forma de energia

| | 2005 (PJ) | 2020 (PJ) | | | | 2005 (%) | 2020 (%) | | | |
|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Crude | 657,91 | 397,45 | 384,63 | 390,60 | 281,96 | 60 | 38 | 35 | 37 | 28 |
| Gás Natural | 157,47 | 245,59 | 207,84 | 202,04 | 228,23 | 14 | 24 | 19 | 19 | 23 |
| Carvão | 140,21 | 138,34 | 187,65 | 97,12 | 187,65 | 13 | 13 | 17 | 9 | 19 |
| Biomassa | 111,23 | 142,83 | 168,71 | 176,24 | 149,60 | 10 | 14 | 16 | 17 | 15 |
| Hídrica | 18,43 | 58,07 | 62,90 | 74,62 | 71,68 | 2 | 6 | 6 | 7 | 7 |
| Solar | 0,93 | 8,54 | 8,86 | 10,62 | 26,23 | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Eólica | 6,38 | 38,88 | 48,53 | 72,38 | 49,25 | 1 | 4 | 4 | 7 | 5 |
| Geotérmica | 1,20 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 4,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biogás | 0,45 | 0,00 | 0,51 | 3,02 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Resíduos | 8,67 | 10,91 | 11,33 | 11,33 | 11,33 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL | | | | | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Δ 2020/2005 (%) | | -5% | -2% | -6% | -8% | | | | | |
| RENOVÁVEIS | 147,3 | 263,2 | 304,9 | 352,2 | 312,1 | 13 | 25 | 28 | 34 | 31 |
| Δ 2020/2005 (%) | | 79% | 107% | 139% | 112% | | | | | |

Tabela A2.2: Consumo de energia final, e estrutura do vector de energia final por sector, em 2005 e 2020

| | 2005 (PJ) | 2020 (PJ) | | | | 2005 (%) | 2020 (%) | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Indústria (Δ % 2005-2020) | | 5% | 5% | 9% | 8% | | | | | |
| Fuel e coque de petróleo | 50,34 | 42,48 | 42,48 | 41,68 | 35,28 | 21 | 17 | 17 | 16 | 14 |
| Gasóleo e outros prod. petr. | 13,99 | 5,78 | 5,78 | 5,80 | 4,31 | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| GPL | 6,12 | 3,35 | 3,35 | 3,35 | 2,03 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Gás | 37,58 | 70,94 | 51,81 | 51,81 | 57,73 | 16 | 29 | 21 | 20 | 23 |
| Carvão e Coque | 0,68 | 4,48 | 3,44 | 2,10 | 3,16 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Electricidade | 55,70 | 65,61 | 87,20 | 96,86 | 101,81 | 24 | 27 | 35 | 38 | 40 |
| Biomassa | 23,25 | 7,29 | 7,29 | 7,29 | 1,76 | 10 | 3 | 3 | 3 | 1 |
| Calor | 47,66 | 47,56 | 46,88 | 46,94 | 44,06 | 20 | 19 | 19 | 18 | 17 |
| Resíduos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Solar | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,81 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| H2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 235,31 | 247,48 | 248,24 | 255,84 | 255,29 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Transportes (Δ % 2005-2020) | | 13% | 13% | 13% | -12% | | | | | |
| Gasolina | 78,92 | 29,83 | 28,69 | 28,82 | 13,8 | 28 | 9 | 9 | 9 | 5 |
| Gasóleo | 181,22 | 256,40 | 243,48 | 244,39 | 190,3 | 63 | 79 | 75 | 76 | 75 |
| GPL | 0,94 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jets | 20,00 | 8,83 | 8,83 | 8,83 | 9,0 | 7 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Fuel | 2,97 | 2,72 | 2,72 | 2,72 | 2,7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Gás natural | 0,44 | 2,98 | 2,95 | 2,95 | 4,1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Electricidade | 1,83 | 4,75 | 6,47 | 4,75 | 5,2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| Biocombustíveis | 0,04 | 18,17 | 30,52 | 30,64 | 27,0 | 0 | 6 | 9 | 9 | 11 |
| Total | 286,35 | 323,68 | 323,65 | 323,10 | 252,1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Terciário (Δ % 2005-2020) | | 23% | 24% | 23% | 6% | | | | | |

| | 2005 (PJ) | 2020 (PJ) | | | | 2005 (%) | 2020 (%) | | | |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|------------|------------|------------|------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Prod. Petrolíferos | 38,95 | 33,27 | 33,27 | 33,27 | 8,42 | 37 | 26 | 26 | 26 | 8 |
| GPL | 4,81 | 1,30 | 1,30 | 1,30 | 0,53 | 5 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| Gás | 5,80 | 5,89 | 5,00 | 5,02 | 5,38 | 6 | 5 | 4 | 4 | 5 |
| Electricidade | 54,31 | 83,89 | 85,59 | 84,60 | 89,53 | 52 | 65 | 66 | 66 | 81 |
| Biomassa | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Calor | 0,27 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Solar | 0,24 | 0,66 | 0,66 | 0,66 | 2,55 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Geotérmica | 0,00 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| Total | 104,38 | 128,40 | 129,21 | 128,24 | 110,30 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Doméstico (Δ % 2005-2020) | | 24% | 23% | 22% | 31% | | | | | |
| Prod. Petrolíferos | 0,65 | 1,91 | 1,19 | 0,71 | 4,56 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 |
| GPL | 29,31 | 14,35 | 14,38 | 20,56 | 27,19 | 22 | 9 | 9 | 12 | 15 |
| Gás | 8,39 | 28,92 | 21,35 | 15,43 | 13,04 | 6 | 17 | 13 | 9 | 7 |
| Electricidade | 47,68 | 73,37 | 80,50 | 81,15 | 73,53 | 35 | 44 | 49 | 49 | 42 |
| Biomassa | 48,76 | 41,40 | 41,40 | 41,40 | 41,40 | 36 | 25 | 25 | 25 | 23 |
| Calor | 0,00 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Solar | 0,12 | 7,24 | 6,61 | 5,28 | 17,28 | 0 | 4 | 4 | 3 | 10 |
| Geotérmica | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 134,92 | 167,36 | 165,60 | 164,70 | 177,17 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Agricultura (Δ % 2005-2020) | | 2% | 2% | 2% | -10% | | | | | |
| Prod. Petrolíferos | 11,01 | 13,51 | 13,51 | 13,51 | 11,94 | 70 | 84 | 84 | 84 | 84 |
| GPL | 0,55 | 0,38 | 0,38 | 0,38 | 0,33 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Gás | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Electricidade | 3,56 | 2,10 | 2,10 | 2,10 | 1,86 | 23 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Calor | 0,53 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,06 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biogás | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | 15,78 | 16,06 | 16,06 | 16,06 | 14,2 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| TOTAL | | | | | | | | | | |
| TOTAL (Δ % 2005-2020) | | +14% | +14% | +14% | +4% | | | | | |

Tabela A2.3: Consumo de energia final em 2005 e 2020, por sector industrial e por forma de energia

| (PJ) | 2005 | 2020 | | | |
|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Ferro e Aço | | | | | |
| Coque | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás de coque | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás de alto forno | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fuelóleo | 0,68 | 2,76 | 2,76 | 2,76 | 2,76 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 0,03 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| GPL | 0,00 | 0,64 | 0,64 | 0,64 | 0,64 |
| Gás natural | 1,45 | 3,38 | 3,38 | 3,38 | 3,38 |
| Electricidade | 0,00 | 9,36 | 9,36 | 9,36 | 9,36 |
| Calor | 0,00 | 3,61 | 3,61 | 3,61 | 3,61 |
| Total | 2,17 | 19,82 | 19,82 | 19,82 | 19,8 |
| Cimento | | | | | |
| Carvão | 0,06 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fuelóleo e coque de petróleo | 33,39 | 30,52 | 30,52 | 29,73 | 30,52 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 1,15 | 0,20 | 0,20 | 0,22 | 0,20 |
| GPL | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás natural | 1,07 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |

| (PJ) | 2005 | 2020 | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Electricidade | 4,73 | 3,39 | 3,39 | 3,44 | 3,39 |
| Biomassa | 0,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Calor | | | | | |
| Total | 40,77 | 34,47 | 34,47 | 33,74 | 34,47 |
| Vidro | | | | | |
| Fuelóleo | 1,51 | 1,72 | 1,72 | 1,72 | 1,72 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| GPL | 0,02 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás natural | 6,68 | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,45 |
| Electricidade | 1,10 | 1,24 | 1,24 | 1,24 | 1,24 |
| Biomassa | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Calor | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Total | 9,35 | 10,36 | 10,36 | 10,36 | 10,42 |
| Pasta de papel e Papel | | | | | |
| Fuelóleo | 0,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| GPL | 0,09 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,15 |
| Gás natural | 1,62 | 2,99 | 4,40 | 4,40 | 4,82 |
| Electricidade | 7,86 | 14,13 | 15,19 | 15,19 | 11,04 |
| Biomassa | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Calor | 29,96 | 36,05 | 35,37 | 35,37 | 39,37 |
| Total | 40,61 | 53,45 | 55,24 | 55,24 | 55,38 |
| Cerâmica | | | | | |
| Carvão,coque e lenhite | | 0,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Fuelóleo e coque de petróleo | 1,14 | 1,17 | 1,17 | 1,17 | 0,00 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 0,25 | 0,79 | 0,79 | 0,79 | 0,00 |
| GPL | 0,540 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Gás natural | 13,64 | 24,32 | 22,38 | 22,38 | 12,88 |
| Electricidade | 2,496 | 1,23 | 3,32 | 3,32 | 19,38 |
| Biomassa | 14,36 | 4,59 | 4,59 | 4,59 | 0,00 |
| Resíduos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,15 |
| Calor | 0,58 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,00 |
| Total | 33,01 | 32,36 | 32,31 | 32,31 | 32,41 |
| Química | | | | | |
| Carvão,coque e lenhite | 0,618 | 3,26 | 3,31 | 2,10 | 3,16 |
| Fuelóleo | 3,19 | 1,01 | 1,01 | 1,01 | 0,00 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 0,22 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,00 |
| GPL | 1,18 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,00 |
| Gás natural | 2,00 | 10,30 | 0,31 | 0,31 | 10,08 |
| Electricidade | 8,54 | 11,12 | 22,90 | 26,87 | 11,17 |
| Biomassa | 1,47 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Resíduos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Solar | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,86 |
| Calor | 9,24 | 1,80 | 1,80 | 1,86 | 0,00 |
| Total | 26,46 | 27,63 | 29,46 | 32,28 | 26,26 |
| Outras Indústrias incluindo cal, metalurgia e metalomecânica e construção e obras públicas | | | | | |
| Carvão | 0,00 | 1,02 | 0,14 | 0,00 | 0,00 |
| Fuelóleo | 9,51 | 5,30 | 5,30 | 5,30 | 0,28 |
| Gasóleo e outros prod. petrolíferos | 12,13 | 4,67 | 4,67 | 4,67 | 4,05 |
| GPL | 4,16 | 2,35 | 2,35 | 2,35 | 1,23 |
| Gás natural e gás de cidade | 11,12 | 22,20 | 13,59 | 13,59 | 18,77 |
| Electricidade | 30,97 | 25,12 | 31,79 | 37,44 | 46,23 |

| (PJ) | 2005 | 2020 | | | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Biomassa | 7,16 | 2,69 | 2,69 | 2,69 | 1,76 |
| Resíduos | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,18 |
| Solar | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,96 |
| Calor | 7,88 | 6,05 | 6,05 | 6,05 | 1,08 |
| Total | 82,94 | 69,39 | 66,57 | 72,09 | 76,54 |

Tabela A2.4: Consumo de energia primária para geração de electricidade em 2005 e 2020

| | 2005 (PJ) | 2020 (PJ) | | | | 2005 (%) | 2020 (%) | | | |
|-----------------------|---------------|------------|------------|------------|--------------|-------------|----------|------|------|------|
| | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM | | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Dedicada | | | | | | | | | | |
| Produtos petrolíferos | 57,35 | 2,76 | 2,76 | 2,76 | 2,76 | 19 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Gás | 72,50 | 111,59 | 111,59 | 111,59 | 111,59 | 26 | 30 | 25 | 28 | 24 |
| Carvão | 135,72 | 133,46 | 183,99 | 93,46 | 183,99 | 45 | 36 | 41 | 23 | 40 |
| Biomassa | 2,91 | 8,78 | 25,81 | 22,74 | 25,81 | 1 | 2 | 6 | 6 | 6 |
| Hídrica | 18,43 | 58,07 | 62,90 | 74,62 | 71,68 | 6 | 16 | 14 | 19 | 16 |
| Solar | 0,00 | 0,64 | 1,58 | 4,67 | 1,58 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Eólica | 10,23 | 38,88 | 48,53 | 72,38 | 49,25 | 3 | 11 | 11 | 18 | 11 |
| Geotérmica | 0,00 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0,62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ondas | 0,00 | 0,20 | 1,97 | 2,37 | 1,97 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Resíduos | 0,00 | 12,20 | 12,20 | 17,18 | 12,20 | 0 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| Total | 297,16 | | | | | | | | | |
| Δ (2020/2005) | | 21% | 49% | 33% | 53% | | | | | |
| Co-geração | | | | | | | | | | |
| Produtos petrolíferos | 36,1 | 27,4 | 30,6 | 30,6 | 19,8 | 38 | 26 | 29 | 28 | 21 |
| Gás natural | 21,8 | 18,6 | 14,4 | 14,5 | 32,5 | 23 | 18 | 14 | 13 | 34 |
| Licores negros | 30,2 | 35,2 | 35,2 | 35,2 | 33,7 | 31 | 33 | 33 | 33 | 35 |
| Biomassa | 7,3 | 20,5 | 19,5 | 19,5 | 4,2 | 8 | 19 | 18 | 18 | 4 |
| Biogás | 0,0 | 3,4 | 5,9 | 8,4 | 5,9 | 0 | 3 | 6 | 8 | 6 |
| Total | 95,33 | | | | | 100 | | | | |
| Δ (2020/2005) | | 9% | 10% | 12% | -0.2% | | | | | |

Tabela A2.5: Capacidade instalada, electricidade gerada e factores de utilização para geração de electricidade em 2005 e 2020

| | Capacidade Instalada (GW) | | | | Produção Bruta de Electricidade (TWh) | | | | | Factores de Utilização | | | | | |
|---------------------|---------------------------|------|------|------|---------------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|------|-----|------|------|------|
| | 2005 | 2020 | | | 2005 | 2020 | | | | 2005 | 2020 | | | | |
| | | BAU | QUIT | RMAP | | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | | QUIM | BAU | QUIT | RMAP | QUIM |
| Carvão com CCS | 0,00 | 0,00 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,00 | 0,00 | 6,70 | 6,70 | 6,70 | n,a | n,a | 85 | 85 | 85 |
| Carvão | 1,78 | 1,78 | 1,78 | 1,78 | 1,78 | 14,29 | 13,82 | 13,82 | 4,44 | 13,82 | 92 | 89 | 89 | 28 | 89 |
| Gás | 2,38 | 5,63 | 5,55 | 7,21 | 5,81 | 13,36 | 19,87 | 19,29 | 19,29 | 20,81 | 64 | 40 | 40 | 31 | 41 |
| Gás dedicada | 2,17 | 5,37 | 5,37 | 5,37 | 5,37 | 11,49 | 18,09 | 18,09 | 18,09 | 18,09 | 61 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| Gás cogeração | 0,22 | 0,26 | 0,18 | 1,85 | 0,44 | 1,87 | 1,78 | 1,20 | 1,21 | 2,73 | 98 | 78 | 75 | 7 | 70 |
| Fuel | 2,82 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 8,89 | 2,23 | 2,37 | 2,37 | 1,00 | 36 | 25 | 27 | 27 | 11 |
| Fuel dedicado | 2,24 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 6,24 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 32 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Fuel cogeração | 0,58 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 0,60 | 2,65 | 1,93 | 2,08 | 2,08 | 0,70 | 52 | 36 | 39 | 39 | 13 |
| Biogás (co-geração) | 0,01 | 0,05 | 0,10 | 0,15 | 0,10 | 0,03 | 0,37 | 0,74 | 1,12 | 0,74 | 43 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| Geotérmica | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,07 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 62 | 85 | 85 | 85 | 85 |
| H2 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | n,a | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Solar | 0,00 | 0,10 | 0,23 | 0,70 | 0,23 | 0,00 | 0,18 | 0,44 | 1,30 | 0,44 | 16 | 20 | 22 | 21 | 22 |
| Resíduos | 0,09 | 0,13 | 0,12 | 0,17 | 0,12 | 0,55 | 0,91 | 0,87 | 1,21 | 0,87 | 71 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| Ondas | 0,00 | 0,03 | 0,25 | 0,30 | 0,25 | 0,00 | 0,05 | 0,55 | 0,66 | 0,55 | n,a | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Biomassa | 0,37 | 0,60 | 0,79 | 1,15 | 0,52 | 1,35 | 2,60 | 3,96 | 3,96 | 3,00 | 42 | 50 | 57 | 39 | 66 |
| Biomassa dedicada | 0,01 | 0,06 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,06 | 0,35 | 1,77 | 1,77 | 1,77 | 61 | 71 | 81 | 81 | 81 |
| Biomassa cogeração | 0,36 | 0,54 | 0,54 | 0,90 | 0,27 | 1,29 | 2,24 | 2,18 | 2,18 | 1,23 | 41 | 47 | 46 | 28 | 53 |
| Hídrica | 4,75 | 5,58 | 6,86 | 7,71 | 6,86 | 5,00 | 16,13 | 17,47 | 20,73 | 19,91 | 12 | 33 | 29 | 31 | 33 |
| Eólica | 1,05 | 4,50 | 5,70 | 8,58 | 5,70 | 1,74 | 10,80 | 13,48 | 20,10 | 13,68 | 19 | 27 | 27 | 27 | 27 |
| Total | | | | | | | | | | | | | | | |

A3. Agricultura e Pecuária

A evolução da distribuição dos sistemas de gestão de estrumes por tipo de animal, para o período analisado 2000-2010, Tabela A.1, foi definida com base na metodologia constante do NIR 07, ou seja tendo em conta os dados existentes e os conhecimentos técnicos do Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas, face às práticas existentes e aos resultados decorrentes da aplicação da legislação e controlo institucional. De acordo com o GPP, para o ano 2020 deverá ser mantida a distribuição de sistemas de gestão de estrumes projectada para o ano 2010.

Tabela A3.1: Distribuição dos sistemas de gestão de estrumes por tipo de animal (2000-2010)

| Distribuição dos Sistemas de Gestão de Estrumes (%): Ano 2000 | | | | |
|--|------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Tipo de Animal | Lagoa Anaeróbia | Sistemas Líquidos | Armazenamento Sólido | Pastagem |
| Vacas leiteiras | 1,00 | 41,50 | 27,50 | 30,00 |
| Outros bovinos | | | 65,00 | 35,00 |
| Ovelhas | | | 20,00 | 80,00 |
| Cabras | | | 20,00 | 80,00 |
| Porcas reprodutoras | 82,50 | 11,50 | 2,50 | 3,50 |
| Outros suínos | 82,50 | 11,50 | 2,50 | 3,50 |
| Cavalos | | | 60,00 | 40,00 |
| Mulas e burros | | | 60,00 | 40,00 |
| Coelhos | | | 100,00 | 0,00 |
| Frangos de carne e galos | | | 98,75 | 1,25 |
| Galinhas poedeiras e reprodutoras | | | 100,00 | 0,00 |
| Perús | | | 99,95 | 0,05 |
| Patos, Gansos e pintadas | | | 100,00 | 0,00 |
| Distribuição dos Sistemas de Gestão de Estrumes (%): Ano 2005 | | | | |
| Tipo de Animal | Lagoa Anaeróbia | Sistemas Líquidos | Armazenamento Sólido | Pastagem |
| Vacas leiteiras | 1,50 | 44,75 | 23,75 | 30,00 |
| Outros bovinos | | | 62,50 | 37,50 |
| Ovelhas | | | 20,00 | 80,00 |
| Cabras | | | 20,00 | 80,00 |
| Porcas reprodutoras | 83,75 | 9,75 | 2,25 | 4,25 |
| Outros suínos | 83,75 | 9,75 | 2,25 | 4,25 |
| Cavalos | | | 60,00 | 40,00 |
| Mulas e burros | | | 60,00 | 40,00 |
| Coelhos | | | 100,00 | 0,00 |
| Frangos de carne e galos | | | 98,15 | 1,85 |
| Galinhas poedeiras e reprodutoras | | | 100,00 | 0,00 |
| Perús | | | 99,93 | 0,08 |
| Patos, Gansos e pintadas | | | 100,00 | 0,00 |
| Distribuição dos Sistemas de Gestão de Estrumes (%): Ano 2010 | | | | |
| Tipo de Animal | Lagoa Anaeróbia | Sistemas Líquidos | Armazenamento Sólido | Pastagem |
| Vacas leiteiras | 2,00 | 48,00 | 20,00 | 30,00 |
| Outros bovinos | | | 60,00 | 40,00 |
| Ovelhas | | | 20,00 | 80,00 |
| Cabras | | | 20,00 | 80,00 |
| Porcas reprodutoras | 85,00 | 8,00 | 2,00 | 5,00 |
| Outros suínos | 85,00 | 8,00 | 2,00 | 5,00 |

| | | | | |
|-----------------------------------|--|--|--------|-------|
| Cavalos | | | 60,00 | 40,00 |
| Mulas e burros | | | 60,00 | 40,00 |
| Coelhos | | | 100,00 | 0,00 |
| Frangos de carne e galos | | | 97,55 | 2,45 |
| Galinhas poedeiras e reprodutoras | | | 100,00 | 0,00 |
| Perús | | | 99,90 | 0,10 |
| Patos, Gansos e pintadas | | | 100,00 | 0,00 |

Fonte: NIR 2007 e GPP.

Na Tabela A3.2, apresentam-se as áreas ocupadas pelas culturas cuja queima de resíduos vegetais on-site apresenta relevância à escala nacional e na Tabela A3.3 são referidas as quantidades de resíduos vegetais gerados por cada ha de cultura, bem como a % dos mesmos que é posteriormente queimada.

Tabela A3.2: Áreas ocupadas pelas culturas, cuja queima de resíduos vegetais *on site* apresenta relevância

| Cultura (ha) | 2000 | 2005 | 2010 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|-------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Vinha | 220 356 | 222 446 | 223 553 | 200 359 | -9,07 |
| Pomares | 157 698 | 158 061 | 159 272 | 157 261 | -0,28 |
| Oliveira | 369 162 | 374 154 | 385 000 | 330 000 | -10,61 |
| Arroz | 23 859 | 21 938 | 23 724 | 25 392 | 6,43 |
| TOTAL ÁREA | 771 075 | 776 599 | 791 548 | 713 012 | -7,53 |

Fonte: NIR 2007 e GPP.

Tabela A3.3: Massa de resíduos gerados por ha de cultura e % para queima

| Cultura | Resíduos (kg/ha.ano) | Resíduos Vegetais para Queima (%) |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------|
| Vinha | 2 500 | 40 |
| Pomares | 800 | 30 |
| Oliveiras | 375 | 100 |
| Arroz | 8 639 | 40 |
| Arroz (Ano: 2000) | 8 316 | 67 |

Fonte: Fonte: NIR 2007

Uma das variáveis utilizada para o cálculo das emissões directas e indirectas de GEE associadas ao sector da Agricultura foi a produção agrícola das culturas leguminosas, Tabela A3.4 e não-leguminosas, Tabela A3.5, mais relevantes a nível Regional.

Tabela A3.4: Produção por tipo de cultura não-leguminosa

| Cultura (t) | 2000 | 2005 | 2010 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|--------------|--------|--------|--------|--------|-------------|
| Amendoim | 25 | 25 | 25 | 25 | 0 |
| Favas | 6 902 | 7 540 | 7 540 | 7 540 | 9,24 |
| Favas Verdes | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 30 000 | 0 |
| Feijão | 6.157 | 3.892 | 3.892 | 3.892 | -36,79 |
| Grão de Bico | 968 | 995 | 995 | 995 | 2,84 |
| Tremoço | 34 | 34 | 34 | 34 | 0 |
| Ervilhas | 6.974 | 7.000 | 7.000 | 7.000 | 0,38 |
| Alfarroba | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 20.000 | 0 |

| Cultura (t) | 2000 | 2005 | 2010 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------------|
| Feijão Verde | 18.107 | 16.563 | 16.563 | 16.000 | -11,64 |
| TOTAL PRODUÇÃO | 89.166 | 86.049 | 86.049 | 85.486 | -4,13 |

Fonte: NIR 2007 e GPP.

Tabela A3.5: Produção por tipo de cultura leguminosa

| Cultura (t) | 2000 | 2005 | 2010 | 2020 | Δ 20/00 (%) |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| Trigo | 286 823 | 187 190 | 270 000 | 350 000 | 22,03 |
| Triticale | 29 849 | 12 456 | 40 000 | 40 000 | 34,01 |
| Milho | 905 264 | 651 264 | 650 000 | 750 000 | -17,15 |
| Cevada | 26 075 | 23 344 | 100 000 | 100 000 | 283,51 |
| Centeio | 42 086 | 23 380 | 40 000 | 42 086 | 0 |
| Aveio | 83 605 | 43 304 | 65 000 | 54 869 | -34,37 |
| Arroz | 146 731 | 135 375 | 145 901 | 150 000 | 2,23 |
| Girassol | 23 242 | 8 158 | 30 000 | 23 242 | 0 |
| Lúpulo | 51 | 35 | 0 | 0 | -100 |
| Tomates | 937 512 | 1 142 998 | 936 872 | 400 000 | -57,33 |
| Tabaco | 5 895 | 5 053 | 0 | 0 | -100,00 |
| Chá | 27 | 119 | 27 | 125 | 362,96 |
| Chicória | 2 633 | 2 500 | 2 633 | 2 633 | -0,01 |
| Batatas | 795252 | 673 036 | 606 191 | 60 6191 | -23,77 |
| Beterrabas | 415 982 | 615 721 | 415 982 | 0 | -100,00 |
| Inhame | 2 100 | 2 100 | 2 100 | 2 276 | 8,38 |
| Cana de Açúcar | 4 000 | 4 000 | 4 000 | 4 000 | 0 |
| Batata Doce | 22 000 | 22 000 | 22 000 | 22 000 | 0 |
| Milho para Forragem | 5 000 000 | 5 025 000 | 3 126 368 | 2 778 994 | -44,42 |
| Sorgo para Forragem | 360 000 | 365 000 | 360 000 | 360 000 | 0 |
| Alimento para Animais | 420 000 | 425 000 | 420 000 | 420 000 | 0 |
| Forragem | 7 200 000 | 7 225 000 | 7 200 000 | 7 200 000 | 0 |
| Abóboras | 12 000 | 12 000 | 12 000 | 12 000 | 0 |
| Alface | 66 190 | 59 192 | 66 190 | 66 190 | 0 |
| Alho | 1 400 | 1 400 | 1 400 | 1 400 | 0 |
| Beringelas | 5 500 | 5 500 | 5 500 | 5 500 | 0 |
| Cebolas | 62 362 | 37 079 | 62 362 | 62 362 | 0 |
| Cenouras | 90 898 | 50 170 | 90 898 | 90 898 | 0 |
| Couve-Flor | 20 378 | 17 161 | 20 378 | 20 378 | 0 |
| Repolho | 209 110 | 179 489 | 209 110 | 209 110 | 0 |
| Espinafres | 14 000 | 14 000 | 14 000 | 14 000 | 0 |
| Frutos Frescos | 1 025 182 | 1 060 156 | 1 123 244 | 1 206 555 | 17,69 |
| Frutos Secos | 60 902 | 45 385 | 62 589 | 63 523 | 4,30 |
| Azeitona | 246 463 | 310 394 | 270 038 | 500 000 | 102,87 |
| Uva para Produção de Vinho | 994 600 | 1 000 001 | 1 009 029 | 1 009 030 | 1,45 |
| TOTAL PRODUÇÃO | 19 518 112 | 19 383 960 | 17 383 812 | 16 567 362 | -15,12 |

Fonte: NIR 2007 e GPP.

A4. Emissões de Gases com Efeito de Estufa

Tabela A4.1: Emissões de GEE em 2020 por subsector e tipo de fonte (% de variação face ao ano de 2005).

| Subsector: Agricultura | 2005 | 2020 | Δ20/05 (%) |
|---|----------------|----------------|--------------------------------------|
| CH₄ (Gg) | | | |
| - Cultivo de arroz | 14,61 | 16,91 | 15,74 |
| - Queima de resíduos agrícolas | 0,95 | 0,92 | -3,50 |
| Total | 15,56 | 17,83 | 14,57 |
| N₂O (Gg) | | | |
| - Queima de resíduos agrícolas | 0,06 | 0,06 | -3,45 |
| - Emissões directas do solo | 4,58 | 4,41 | -3,67 |
| <i>Aplicação de fertilizantes sintéticos no solo</i> | 2,63 | 2,76 | 4,82 |
| <i>Aplicação de estrumes no solo</i> | 1,36 | 1,14 | -16,31 |
| <i>Fixação de azoto pelas leguminosas</i> | 0,05 | 0,05 | -0,29 |
| <i>Incorporação de resíduos agrícolas no solo</i> | 0,54 | 0,46 | -13,57 |
| - Dejecção no pasto | 1,84 | 1,67 | -9,21 |
| - Emissões indirectas do solo | 4,20 | 3,98 | -5,26 |
| Total | 10,69 | 10,13 | -5,25 |
| CO₂e (Gg) | | | |
| - Cultivo de arroz | 306,82 | 355,13 | 15,74 |
| - Queima de resíduos agrícolas | 39,87 | 38,48 | -3,48 |
| - Emissões directas do solo | 1418,75 | 1366,73 | -3,67 |
| <i>Aplicação de fertilizantes sintéticos no solo</i> | 815,95 | 855,25 | 4,82 |
| <i>Aplicação de estrumes no solo</i> | 420,83 | 352,19 | -16,31 |
| <i>Fixação de azoto pelas leguminosas</i> | 15,30 | 15,25 | -0,29 |
| <i>Incorporação de resíduos agrícolas no solo</i> | 166,67 | 144,05 | -13,57 |
| - Dejecção no pasto | 571,56 | 518,94 | -9,21 |
| - Emissões indirectas do solo | 1303,32 | 1234,76 | -5,26 |
| Total Agricultura | 3640,32 | 3514,06 | -3,47 |
| Subsector: Pecuária | | | |
| | 2005 | 2020 | Δ 20/05 (%) |
| CH₄ (Gg) | | | |
| - Fermentação entérica | 144,67 | 128,01 | -11,51 |
| - Gestão de estrumes | 55,23 | 52,46 | -5,02 |
| Total | 199,90 | 180,47 | -9,72 |
| N₂O (Gg) | | | |
| - Gestão de estrumes | 2,62 | 2,19 | -16,16 |
| Total | 2,62 | 2,19 | -16,16 |
| CO₂e (Gg) | | | |
| - Fermentação entérica | 3037,97 | 2688,20 | -11,51 |
| - Gestão de estrumes | 1971,06 | 1781,76 | -9,60 |
| Total Pecuária | 5009,03 | 4469,95 | -10,76 |
| Total Agricultura+Pecuária (Gg CO₂e) | 8649 | 7984 | - 7,70 |
| Redução Associada ao Tratamento de Resíduos de Suinicultura (Gg CO₂e) | N.A. | 651 | N.A. |
| Total Líquido (Gg CO₂e) | 8649 | 7333 | - 15,22 |

Tabela A4.2: Emissões de GEE do Sector dos Resíduos e Águas Residuais

| <i>valores em tonelada CO₂e</i> | 2005 | QUIT | QUIM |
|--|------------------|------------------|------------------|
| | | 2020 | 2020 |
| TRATAMENTO E DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS | 6 635 297 | 5 678 659 | 5 580 165 |
| Tratamento e Deposição de Resíduos Sólidos no solo | 3 611 384 | 2 330 279 | 2 192 193 |
| Tratamento e Deposição no solo - Resíduos Sólidos Urbanos | 2 319 301 | 1 450 742 | 1 344 090 |
| Deposição controlada (aterros e vazadouros controlados) | 1 533 472 | 1 172 909 | 1 066 258 |
| Deposição não controlada (lixeiros e vazadouros) | 785 829 | 277 832 | 277 832 |
| Tratamento e Deposição no solo - Resíduos Industriais | 1 292 083 | 879 537 | 848 103 |
| Deposição controlada (aterros e vazadouros controlados) | 650 599 | 652 738 | 621 305 |
| Deposição não controlada (lixeiros e vazadouros) | 641 484 | 226 799 | 226 799 |
| Gestão e Tratamento de Águas Residuais | 2 579 344 | 2 668 267 | 2 644 424 |
| Gestão e Tratamento de Águas Residuais – AR Domésticas | 1 024 748 | 920 765 | 941 787 |
| Gestão e Tratamento de Águas Residuais – AR Industriais | 1 554 596 | 1 747 502 | 1 702 637 |
| Incineração de resíduos | 444 569 | 680 113 | 743 547 |
| Incineração de resíduos - Resíduos Sólidos Urbanos | 442 504 | 678 160 | 741 594 |
| Incineração de resíduos - Resíduos Hospitalares | 2 065 | 1 953 | 1 953 |
| | 2005 | 2020 | 2020 |
| Δ 2005/2020 (%) | | -14% | -16% |
| Δ 2005/2020 (kt) | 0 | -957 | -1055 |

Anexo B: Cenários de Políticas e Investimentos

B1. Sector electroprodutor

| Descrição | Produção de Electricidade a partir de FER - fontes de energia renováveis (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente) | | | |
|---|---|----------------|---|---|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Restrição obrigando ao cumprimento deste objectivo (se necessário) | 36% (2006) | BAU: 39% QUI e RMAP: 45% | |
| Observações: Esta restrição não está implementada de momento por forma a avaliar qual a % de electricidade renovável utilizada sem esta obrigação, de acordo com a especificação da Directiva 2001/77. Não é possível avaliar directamente a partir dos resultados do TIMES_PT a distância à meta da Directiva 2001/77/CE. Para tal, a % de E-FRE deverá ser calculada com base nas condições hidrológicas ocorridas em 1997 e o TIMES_PT considera condições hidrológicas diferentes (correspondentes a um ano hidrológico médio). Este é um aspecto que para 2020 não tem importância, já que a participação das renováveis é feita com base no balanço de energia final e não nos parâmetros da Directiva. | | | | |
| Descrição | Plano Nacional de Barragens com Elevado Potencial Hidroeléctrico | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à instalação de centrais hidroeléctricas por forma a que o valor total seja: | 4805 MW (2007) | BAU e QUI: 4684 MW RMAP: 5336 MW BAU: 5581 MW (2015) QUI: 6239 MW (2015) RMAP: 7527 MW (2015) | BAU: 5581 MW QUI: 6859 MW RMAP: 7709 MW |
| Observações: Nos cenários BAU e Quioto considera-se em 2010 a desactivação de algumas mini-hídricas (68 MW), enquanto que no cenário RMAP se considera o acréscimo de capacidade instalada devido ao reforço de Picote, Alqueva e Bemposta (mais 652 MW), assim como mais 450 MW de novas mini-hídricas. Em 2015 no cenário BAU consideram-se os reforços de Picote, Alqueva e Bemposta, mais 238 MW dos novos aproveitamentos de Baixo-Sabor, Ribeiradio e ainda mais 7 GW de mini-hídricas. Nos cenários Quioto considera-se que para além destes estarão também em funcionamento em 2015 mais 658 MW dos novos aproveitamentos de Foz-Tua, Gouvães, Padroselos, Vidago, Daivões. No cenário RMAP considera-se que para além destes em 2015 estarão em funcionamento os seguintes novos aproveitamentos e reforços de potência: Fridão, Pinhosão, Girabolhos, Almourol, Alvito e Salamonde II, Paradela II e Venda Nova II (1470 MW). Em 2020 não se consideram novos aproveitamentos no cenário BAU e RMAP, enquanto que nos cenários Quioto se prevê a entrada em funcionamento de 620 MW das novas barragens de Fridão, Pinhosão, Girabolhos, Almourol e Alvito (620 MW). | | | | |
| Descrição | Aumento da penetração de electricidade de FRE (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente e Road Map de renováveis desenvolvido pela DGEG para cumprimento com as metas de consumo de energia renováveis propostas pela Comissão Europeia) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à instalação de eólica on-shore – valor total: | 2108 MW (2007) | BAU: 4500 MW QUI e RMAP: 5150 MW | BAU : 4500 MW QUI: 5700 MW |

| | | | | |
|--|--|----------------|---|--|
| | | | BAU : 4500 MW (2015) QUI: 5700 MW (2015) RMAP: 6500 MW (2015) | RMAP: 8500 MW |
| | Obrigar à instalação de eólica fof-shore – valor total: | 0 MW (2007) | RMAP: 50 MW (2015) | RMAP: 550 MW |
| | Obrigar à instalação de biogás – valor total: | 12.4 MW (2007) | BAU, QUI e RMAP: 50 MW QUI e RMAP: 100 MW (2015) | BAU : 50 MW QUI: 100 MW RMAP: 150 MW |
| | Obrigar à instalação de solar para geração de electricidade – valor total: | 14.5 MW (2007) | BAU e QUI: 100 MW RMAP: 120 MW QUI: 149 MW (2015) RMAP: 300 MW (2015) | BAU: 100 MW QUI: 149 MW RMAP: 700 MW |
| | Obrigar à instalação de centrais a biomassa dedicadas – valor total (inclui central de Mortágua e do Rodão) | 24 MW (2007) | BAU e QUI: 50 MW RMAP: 250 MW QUI: 250 MW (2015) | BAU: 50 MW QUI: 250 MW RMAP: 250 MW |
| | Obrigar à instalação de centrais a resíduos – valor total | 88 MW (2007) | BAU e QUI: 88 MW RMAP: 115 MW BAU e QUI: 118 MW (2015) RMAP: 165 MW (2015) | BAU: 118 MW QUI: 118 MW RMAP: 165MW |
| | Obrigar à instalação de centrais de ondas – valor total (inclui Projecto Okeanó e Molhes do Douro) (Portaria n.º 736-A/2006, de 26 de Julho) : | 0 MW (2007) | BAU e QUI: 25 MW RMAP: 50 MW QUI e RMAP: 250 MW (2015) | BAU: 25 MW QUI: 250 MW RMAP: 300 MW |

Observações: Em 2007 estavam em funcionamento cerca de 2108 MW de eólica e de acordo com estimativas da REN prevê-se um total de cerca de 4500 MW em 2010 que se manteve no Cenário BAU.

Em 2007 estavam em funcionamento cerca de 12.4 MW de projectos de valorização de biogás e de acordo com as estatísticas rápidas de renováveis da DGEG estavam licenciados um total de 36 MW. Assumiu-se que até 2010 serão implementados mais 14 MW em todos os cenários. Até 2020 assumiu-se que serão implementados um total de mais 50 MW no Cenário Quioto e mais 100 MW no RMAP.

Em 2007 estavam em funcionamento cerca de 23 MW de centrais dedicadas a biomassa, tendo-se assumido que no cenário BAU são implementadas mais 27 MW em 2010.

Considerou-se que em 2010, para além dos 14.5 MW existentes em 2007, estarão em funcionamento as centrais de Moura e de Tavira. Não se consideraram novas centrais fotovoltaicas centralizadas. Em 2010 considerou-se nos cenários BAU e QUI que serão implementados novas instalações de fotovoltaico descentralizado correspondendo a aproximadamente mais 40% da capacidade existente em 2007 (mais 5.8 MW). No cenário RMAP em 2010 assumiu-se que será triplicada a capacidade instalada em 2007 (mais 26 MW). Até 2015 assume-se que será instalados mais 49 MW nos cenários QUI e mais 80 MW no cenário RMAP. Em 2020 não se prevêem acréscimos nos cenários BAU e QUI enquanto que são instaladas mais 400 MW de novas instalações no cenário RMAP.

Para a geração de electricidade a partir de RSU considerou-se o estabelecido no PERSU II nos cenários BAU e QUI. No cenário RMAP considerou-se ainda a valorização de resíduos

| | | | | |
|--|--|---|---|--------------------------|
| industriais. | | | | |
| Em final de 2007 estava pedida ligação para 3.25 MW de ondas, estando previsto pelos mesmos promotores de um destes projectos (Projecto Okeanó) instalar mais 21.75 MW, perfazendo total de 25 MW que se considerou no BAU e QUI em 2010. | | | | |
| Em 2007 entrou em funcionamento uma nova unidade de geração de electricidade a partir de recursos geotérmicos nos Açores, considerando-se instalados um mínimo de 23 MW a partir de 2010 em todos os cenários. | | | | |
| Descrição | Apoio à microgeração renovável [até 5 kW] (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente e Road Map de renováveis desenvolvido pela DGEG) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à instalação da tecnologia < 5 kW (PV, eólica, hídrica, CHP biomassa ou CHP de pilhas de combustível de H ₂) | Não disponível | QUI: 50 000 sistemas (250 W) RMAP: 50 MW e 150 MW em 2015 | RMAP: 250 MW |
| Observações: Esta medida não está explicitamente implementada no TIMES_PT por não terem sido definidos até à data das corridas do modelo os mecanismos de apoio correspondentes e por não ter sido possível detalhar a participação das diferentes tecnologias de microgeração nos totais definidos para o cenário RMAP. Não obstante, são instaladas tecnologias de microgeração nos diversos cenários uma vez que estas são custo-eficazes. [objectivo PNAEE em 2015: 165 MW de capacidade instalada e/ou 10 MW por ano a crescer a 20% ao ano] | | | | |
| Descrição | Desclassificação de 400 MW de centrais a fuel (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Impedir funcionamento da tecnologia | 2237 MW a fuel e gasóleo em centrais dedicadas (2005) | 2 grupos da central do Carregado, grupos III e IV da central de Tunes e central do Barreiro | |
| Observações: Numa lógica de optimização estas centrais deixam de funcionar em 2010. Foi no entanto forçado o funcionamento das centrais termoeléctricas nas Regiões Autónomas da Madeira e dos Açores onde se assumiu um gradual abandono do parque a fuel em detrimento de renováveis. Assim, prevê-se que em 2020 apenas estejam em funcionamento cerca de 161 MW que corresponde a um decréscimo de cerca de 43% do parque a fuel instalado nos Açores e Madeira em 2005. | | | | |
| Descrição | Novas centrais termoeléctricas de ciclo combinado a gás natural (Road Map de renováveis desenvolvido pela DGEG) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à instalação de novas centrais de ciclo combinado a gás (após 2000, i.e. inclui-se a TER) | 2166 MW (2007)) | BAU e QUI: 2776 MW RMAP: 3576 MW BAU, QUI e RMAP: 4376 MW (2015) | BAU, QUI e RMAP: 4376 MW |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| Observações: Estão previstas 3200 MW (8 x 4 grupos de 400 MW). Assume-se que metade destas novas instalações estão em funcionamento em 2010 e a restante metade apenas em 2015, Assume-se ainda em todos os cenários que em 2010, 2015 e 2020 as novas centrais funcionam a 37%. | | | | |
| Descrição | Nova central termoelétrica a carvão com captura e sequestro de CO₂ (CCS) (Portaria nº. 1074/2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à instalação da tecnologia | 0 MW | | QUI e RMAP: 900 MW |
| Observações: | | | | |
| Descrição | Suspensão da actividade da central de Sines (Road Map de renováveis desenvolvido pela DGEG) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Suspender actividade da central de Sines | 14.29 TWh (2005) total de electricidade gerada a partir de carvão | BAU, QUI e RMAP: 13.82 TWh | BAU e QUI: 13.82 TWh RMAP: 4.60 TWh |
| Observações | | | | |
| Descrição | Consumo de biomassa nas centrais de Sines e Pego (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar ao consumo de fracção de biomassa no total do consumo de carvão das centrais existentes | 0 % (2007) | BAU, QUI e RMAP: 5% consumo de biomassa | BAU, QUI e RMAP: 5% consumo de biomassa |
| Observações: | | | | |
| Descrição | Melhoria da eficiência energética do sector electroprodutor (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Taxa de perdas no transporte e distribuição de energia emitida na rede | 11% (2000) | QUI e RMAP: 8,6 % | |
| Observações: Esta medida não foi implementada uma vez que na sequência de inputs da REN foi considerada a seguinte taxa de perdas: 2010 – 1,30% para muito alta tensão e 8,86% para a restante rede de distribuição; 2020 e 2030 - 1,25% para muito alta tensão e 8,81% para a restante rede de distribuição. Não foi possível validar os valores de taxa de perdas para a distribuição por não ter havido resposta por parte da EDP. | | | | |

| Descrição | Melhoria da eficiência energética nos sistemas de oferta de energia, tendo em vista a geração de electricidade a partir de co-geração (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006 e Road Map de renováveis desenvolvido pela DGEG) | | | |
|---|--|----------------|---|-------------------------------|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Electricidade gerada a partir de sistemas de cogeração: capacidade instalada | 1148 MW (2000) | QUI: 2000 MW RMAP: 1700 MW e 1950 MW em 2015 | QUI: 2000 MW RMAP: 2250 MW |
| <p>Observações: Numa lógica de optimização, a cogeração é implementada sem serem necessários incentivos adicionais embora no cenário QUI não sejam atingidos os 2000 MW. Optou-se no entanto por manter a capacidade instalada de cogeração livre nos cenários BAU e QUI por forma a poder avaliar o potencial custo-eficaz da mesma. No cenário RMAP forçou-se a implementação de pelo menos 1700 MW em 2010, 1950 MW em 2015 e 2250 MW em 2020 por forma a reflectir o road-map de renováveis desenvolvido pela DGEG. Assumiu-se que deste total de cogeração instalada no cenário RMAP, cerca de 23% é biomassa e o restante gás natural em 2010. Em 2015 e 2020 estes valores são de 20% e 10%, respectivamente. Para reflectir os constrangimentos geográficos à implementação de cogeração, foi considerado um tecto máximo para a indústria com base em informação prestada pela COGEN que corresponde a 38% e 45% da electricidade consumida, respectivamente em 2010 e 2020. Em 2001 este valor foi de 32%.</p> | | | | |

Nota: A Medida Adicional do PNAC 2006, MAe3 — Melhoria da eficiência energética ao nível da procura de electricidade, está desagregada nos diversos sectores (Electroprodutor para a redução mais acelerada de utilização de fuelóleo nas centrais termoeléctricas, Residencial e Serviços para a taxa sobre lâmpadas de baixa eficiência e todos os sectores para o Programa de Eficiência Energética lançado pela ERSE). Numa lógica de optimização são implementadas tecnologias energeticamente mais eficientes sem ser necessários incentivos. O nível de implementação dessas tecnologias foi aferido e, quando necessário, atrasado por forma reflectir os inputs do agentes consultados no que respeita à substituição prevista de equipamentos na indústria e a inércia que se verifica nos sectores residencial e serviços.

B2. Sectores residencial e serviços

| Descrição | Eficiência Energética nos Edifícios (Decreto-Lei nº 78/2006, de 4 de Abril), RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de Abril) e RSECE - Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (Decreto-Lei n.º 79/2006, de 4 de Abril) e Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) | | | |
|---|--|-------------------------------|---|---|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Porque o isolamento de edifícios é implementado com grande expressão sem incentivos adicionais foi necessário limitar a sua penetração nos cenários BAU, QUIT e RMAP por forma a traduzir os factores de inércia à substituição de equipamentos que se fazem sentir na realidade | Não disponível | <p>BAU, QUIT, RMAP: Doméstico - 60000 fogos existentes com janelas eficientes (2%) + 30000 fogos existentes com isolamento (1%); Terciário: 2% área existente com janelas eficientes + 1% área existente com isolamento</p> <p>BAU, QUIT, RMAP (2015): Residencial - 200000 fogos janelas (5%) + 100000 fogos com isolamento (3%); Terciário: 5% área com janelas + 3% com isolamento</p> <p>QUIM: até 50% dos fogos existentes</p> | <p>BAU, QUIT, RMAP: Residencial - 18% fogos com janelas + 9% fogos com isolamento; Terciário: 18% área com janelas + 9% área com isolamento</p> <p>QUIM: até 50% dos fogos existentes</p> |
| Observações: Estes limites apenas se aplicam aos fogos existentes em 2000. Nos fogos novos o isolamento não está limitado. As % acima referem-se ao total do parque habitacional existente e área total de terciário | | | | |
| Descrição | Programa Água Quente Solar para Portugal, Promoção do aquecimento de águas sanitárias por energia solar e Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética (PNAEE) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Porque esta tecnologia é implementada com grande expressão sem incentivos adicionais foi necessário limitar a sua penetração nos cenários BAU, QUIT e RMAP por forma a traduzir os factores | 306 898 m ² (2007) | BAU, QUIT, RMAP: 2% fogos e 0.2% área de terciário | BAU, QUIT, RMAP: 8% fogos e 1.2% área de terciário |

| | | | | |
|--|--|---------------------|--|--|
| | de inércia à substituição de equipamentos que se fazem sentir na realidade | | BAU, QUIT, RMAP (2015): 7% fogos e 0.5% área de terciário | |
| Observações: | | | | |
| Descrição | Calor Verde (Plano Nacional de Acção para a Eficiência Energética) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Porque os recuperadores de calor e bombas de calor são implementada com grande expressão sem incentivos adicionais foi necessário limitar a sua penetração nos cenários BAU, QUIT e RMAP por forma a traduzir os factores de inércia à substituição de equipamentos que se fazem sentir na realidade | n.d. | BAU, QUIT, RMAP: 25000 fogos (0.7%) e 0.7% área de terciário BAU, QUIT, RMAP (2015): 100000 fogos (2.75%) e 2.75% área de terciário | BAU, QUIT, RMAP: 8% fogos e 8% área de terciário |
| Observações: Estes limites apenas se aplicam aos fogos existentes em 2000 | | | | |
| Descrição | Taxa sobre as lâmpadas incandescentes (Decreto-Lei n.º 108/2007 de 12 de Abril e Portaria n.º 63/2008 de 21 de Janeiro) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | As lâmpadas de baixa eficiência são substituídas sem interferência | [15% (2007)] | QUI: [39%] | |
| Observações: [objectivo PNAEE em 2015: substituição de 5 milhões de lâmpadas por CFL e <i>phase-out</i> de lâmpadas incandescentes + para a iluminação pública substituição de 300 000 lâmpadas de mercúrio; 20% dos semáforos com iluminação LED, e redução de 30 GWh/ano] | | | | |
| Descrição | | | | |
| Aumento da carga fiscal sobre o gasóleo de aquecimento (Portaria n.º 16-C/2008, de 9 de Janeiro) | | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Taxa do ISP aplicável ao gasóleo de aquecimento | Não aplicável | BAU e QUI: € 176,18 €/ 1000 l (4,79 €/GJ) | |
| Observações: Esta medida não foi ainda considerada por a Portaria ter sido publicada após 31 de Janeiro de 2007. Neste momento é utilizado uma taxa de ISP de 3.73 €/GJ. | | | | |

Nota: na óptica de optimização do modelo TIMES_PT os equipamentos são substituídos por outros mais eficientes sem ser necessário criar incentivos para tal. Por esse motivo os seguintes objectivos do PNAEE estão implicitamente considerados: substituição de 1M de electrodomésticos; penetração de portáteis, fotocopiadoras, impressoras centralizadas e equipamentos de arrefecimento eficientes nas novas aquisições nos serviços – escritórios de 10% em 2010 e 20% em 2015. Estão considerados no modelo factores de inércia de substituição de equipamentos que reproduzem as barreiras existentes à maior penetração de equipamentos mais eficientes. Os resultados do modelo são confrontados com os objectivos do PNAEE para aferir a sua razoabilidade, ou seja se a taxa de substituição de equipamentos não é exageradamente optimista.

B3. Indústria

| | | | | |
|--|---|-----------------------|--------------------------|-------------|
| Descrição: | RGCE - Regulamento da Gestão do Consumo de Energia (Portaria n.º 359/82 de 7 de Abril e actualizações) e PCIP – Prevenção e Controlo Integrados da Poluição (Decreto-Lei N.º 194/2000 de 21 de Agosto) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Numa lógica de optimização e estes objectivos são atingidos sem ser necessário explicitar este instrumento | 45 ktep/M€ PIB (2005) | QUI RMAP: 41 ktep/M€ PIB | |
| Observações: [objectivo PNAEE em 2015: através do SGCIE - Sistema de Eficiência Energética para a Indústria e programa para a energia competitiva na indústria reduzir em 8% a intensidade energética do sector] | | | | |
| Descrição | CELE - Comércio Europeu de Licenças de Emissão (Decreto-Lei n.º 72/2006 de 24 de Março) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Simulação de diversos cenários de alocação com diversos preços de CO ₂ | Não aplicável | | |
| Observações: Medida não implementada de momento por não estarem ainda definidos cenários de alocação e de preços para 2020. | | | | |
| Descrição | Substituir cogerações a fuel por gás natural na indústria (Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Obrigar à substituição das CHP a fuel por gás natural em 2010 | 551 MW (2000) | QUI e RMAP: 0 MW | |
| Observações: Esta medida não foi considerada por não estarem definidos os incentivos e mecanismos que a concretizam | | | | |
| Descrição | Aumento da carga fiscal sobre os combustíveis industriais (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Isenção de ISP para tecnologias de empresas no PNALE e com Acordos de Racionalização dos Consumos de Energia e Revisão do ISP em função do conteúdo de CO ₂ <i>versus</i> Gás Natural | Não aplicável | | |
| Observações: Esta medida não foi considerada por não estarem definidos os incentivos e mecanismos que a concretizam | | | | |

B4. Transportes

| Descrição | Programa Auto -Oil: - Acordo voluntário com as associações de fabricantes de automóveis | | | |
|--|--|--|--|------|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Factor de emissão médio de veículos novos vendidos | 144 gCO ₂ e/vkm (2006) | 120 gCO ₂ e/vkm BAU, QUI e RMAP | |
| Observações: [objectivo PNAEE em 2015: 110 gCO ₂ /km (143 em 2000)] | | | | |
| Descrição | Expansão do Metropolitano | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Procura de pkm | Transferência modal de rodoviário para metro: Lisboa, Porto e Sul do Tejo | Não disponível | BAU, QUI e RMAP: 398 Mpkm Lisboa, 115.5 Mpkm Sul do Tejo, 570 Mpkm Porto | |
| Observações: Não foi considerada a transferência modal para o Metro Ligeiro do Mondego. Neste momento ainda não foi considerada a medida adicional do PNAC 2006 de transferência modal nas áreas metropolitanas de Lisboa e de Porto que levarão cada uma à transferência de 10% do transporte individual para colectivo. A mesma será considerada nas próximas semanas [objectivo PNAEE em 2015: 5%] de transferência modal de transporte individual para colectivo] | | | | |
| Descrição | Alterações da Oferta da CP: Redução dos tempos de viagem | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Procura de pkm | Transferência modal de rodoviário para comboio de passageiros: Lisboa-Porto, Lisboa-Algarve, Lisboa-Castelo Branco | Não disponível | 1100 Mpkm | |
| Observações: Ainda não foi considerada a medida adicional do PNAC 2006 reestruturação de oferta da CP que leva em 2010 à captação de 261 Mtkm ao modo rodoviário. | | | | |
| Descrição | Ampliação da frota de Veículos a Gás Natural na CARRIS e nos STCP | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Garantir a substituição de veículos diesel por veículos a GN | 40: Carris e 170 ¹⁵ : STCP (2007) | BAU, QUI e RMAP: 50 na CARRIS e 270 nos STCP | |
| Observações: Ainda não foi aqui condierada a medida adicional ddo PNAC 2006 de ampliação da frota de gás natural dos táxis (200 veículos em 2010). | | | | |

¹⁵ De um total de 255 na frota (55 foram adquiridos antes de 2001, pelo que não são contabilizados para efeitos da prossecução dos objectivos da medida.

| Descrição | Incentivo ao abate de veículos em fim de vida (Decreto-Lei n. 33/2007, de 15 de Fevereiro) | | | |
|--|--|--|---|---|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2005 e 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Ajuste da taxa de renovação da frota de veículos automóveis ligeiros de passageiros | Não disponível | BAU, QUI e RMAP: abate de 4200 veículos, existentes/ano | BAU, QUI e RMAP: abate de 4200 veículos, existentes/ano |
| Observações: Não foi considerada a medida adicional do PNAC 2006 que leva ao acréscimo do objectivo para 4700 veículos existentes/ano por não estarem definidos os mecanismos que permitem a sua concretização. [objectivo PNAEE em 2015: reduzir em 20% o parque de veículos ligeiros com mais de 10 anos] | | | | |
| Descrição | Redução das Velocidades Praticadas em AE interurbanas | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Redução da velocidade média de circulação em AE e respectiva redução do factor de emissão correspondente | 121.1 km/h (2004) | 118 km/h | |
| Observações: Esta medida ainda não foi considerada. Os instrumentos vertidos no Plano de actuação do PNAC são o incremento da fiscalização da velocidade, nomeadamente, através da colocação de radares fixos e móveis. | | | | |
| Descrição | Biocombustíveis (Decreto -Lei n.º 62/2006, de 21 de Março, que transpõe a Directiva Europeia n.º 2003/30/CE e Energia e Alterações Climáticas, Mais investimento, Melhor Ambiente) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Introdução de biocombustíveis no modo rodoviário, % consumo de gasóleo e de gasolina | Gasolina: 0,0% e Gasóleo: 1,37% (2006) | BAU: 5.75% QUI e RMAP: 10,00% | |
| Observações: | | | | |
| Descrição | Auto-estradas do Mar e Ligação ferroviária ao Porto de Aveiro (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Transferência de tráfego rodoviário de mercadorias para o modo marítimo | Não aplicável | QUI e RMAP: 20% em 2015 QUI e RMAP: 1553 kt/ano de mercadorias | |
| Observações: Esta medida ainda não foi considerada. [idêntico a objectivo PNAEE em 2015] | | | | |

| Descrição | Aumento da eficiência energética do novo parque automóvel: revisão do regime actual da tributação sobre os veículos particulares, em sede de Imposto Automóvel (IA) (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
|---|---|------------------------------------|--|------|
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Aumento do custo de investimento das tecnologias ambientalmente menos favoráveis (em sede de IA e qualificadas através do factor de emissão de CO ₂) | Não aplicável. | QUI e RMAP: Contribuição de 60 % do factor de emissão do CO ₂ no IA | |
| Observações: A reforma global da tributação automóvel está evrtida na Lei 22-A/2007, de 29 de Junho. | | | | |
| Descrição | Actualização e ajustamento das normas estabelecidas no Regulamento de Gestão Energia no Sector dos Transportes (Portaria n.º 228/90 de 27 de Março e actualizações) e Plataformas Logísticas (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Pressupostos tecnológicos | Redução do factor de consumo no transporte de mercadorias | Não aplicável | QUI e RMAP: 5% de quê? | |
| Observações: Está em preparação, entre o IMTT e a DGEG, a publicação de novo enquadramento legal. | | | | |
| Descrição | Redução dos dias de serviços dos táxis (Resolução do Conselho de Ministros n.º 1/2008 – Políticas e Medidas Adicionais – PNAC 2006) | | | |
| TIMES_PT | | Valor Actual | 2010 | 2020 |
| Procura | Máximo de dias de serviço por semana | 7 dias (para 1/3 da frota em 2007) | QUI e RMAP: 6 dias/semana | |
| Observações: Esta medida não será considerada. | | | | |

Anexo C: Correspondência entre as Categorias de Actividade consideradas no TIMES_PT e a Classificação Portuguesa de Actividades Económicas (CAE–Rev. 2.1)

| Sector do TIMES_PT | CAE – Rev.2.1 ¹⁶ |
|----------------------------------|---|
| 1. OFERTA DE ENERGIA | |
| Geração de electricidade | 40110 – Produção de electricidade |
| Oferta de energia primária | 23 - Fabricação de coque, produtos petrolíferos refinados e tratamento de combustível nuclear. 402 – Produção e distribuição de gás por conduta |
| 2. INDÚSTRIA E CONSTRUÇÃO | |
| Produção de Ferro e Aço | 27 – Indústrias metalúrgicas de base excepto 274 - Obtenção e primeira transformação de metais não ferrosos e 275 - Fundição de metais ferrosos e não ferrosos |
| Produção de Alumínio e Cobre | 274 - Obtenção e primeira transformação de metais não ferrosos – 2742 - Obtenção e primeira transformação de alumínio e 2744 - Obtenção e primeira transformação de cobre. |
| Química | 24 – Fabricação de produtos químicos - excepto amoníaco e cloro |
| Cimento | 265 – Fabricação de Cimento, Cal e Gesso - 26510 – Fabricação de cimento |
| Vidro de embalagem e outro vidro | 26 – Fabricação de outros produtos minerais não metálicos 261 – Fabricação de Vidro e Artigos de Vidro 2613 – Fabricação de vidro de embalagem e cristalaria 2614 – Fabricação de fibras de vidro 2615 – Fabricação e transformação de outro vidro (inclui vidro técnico) |
| Vidro plano | 26 – Fabricação de outros produtos minerais não metálicos 261 – Fabricação de Vidro e Artigos de Vidro 2611 – Fabricação de vidro plano |
| Cerâmica | 26 – Fabricação de outros produtos minerais não metálicos 262 – Fabricação de produtos cerâmicos não refractários (excepto os destinados a construção) e refractários 263 – Fabricação de azulejos, ladrilhos, mosaicos e placas de cerâmica 264 – Fabricação de tijolos, telhas e de outros produtos de barro para a construção 268 - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos (produção de lâ de vidro, entre outros) |
| Pasta de papel e papel | 21 – Fabricação de pasta, de papel, de cartão e seus artigos 22 – Edição, impressão e reprodução de suportes de informação gravados |
| Outras indústrias | 13 – Extracção e preparação de minérios metálicos 14 – Outras indústrias extractivas 15 – Indústrias alimentares e das bebidas 16 – Indústria do tabaco 17 – Fabricação de têxteis 18 – Indústria do vestuário; preparação, tingimento e fabricação de artigos de peles com pêlo 19 – Curtimenta e acabamento de peles sem pêlo; fabricação de artigos |

¹⁶ D.L. 197/2003 de 27 de Agosto

| | |
|--|---|
| | <p>de viagem, marroquinaria, artigos de correio, seleiro e calçado</p> <p>20 – Indústrias da madeira e da cortiça e suas obras, excepto mobiliário, fabricação de obras de cestaria e de espartaria</p> <p>25 – Fabricação de artigos de borracha e de matérias plásticas</p> <p>265 – Fabricação de Cimento, Cal e Gesso – 26521 – Fabricação de cal hidráulica e 26522 – Fabricação de cal não hidráulica</p> <p>266 - Fabricação de produtos de betão, gesso, cimento e marmorite.</p> <p>267 - Serragem, corte e acabamento de rochas ornamentais e de outras pedras de construção.</p> <p>268 - Fabricação de outros produtos minerais não metálicos.</p> <p>275 - Fundição de metais ferrosos e não ferrosos</p> <p>2741 - Obtenção e primeira transformação de metais preciosos.</p> <p>2743 - Obtenção e primeira transformação de chumbo, zinco e estanho.</p> <p>2745 - Obtenção e primeira transformação de metais não ferrosos, n. e.28 – Fabricação de produtos metálico, excepto máquinas e equipamentos</p> <p>29 – Fabricação de máquinas e equipamentos n.e.</p> <p>30 – Fabricação de máquinas de escritório</p> <p>31 – Fabricação de máquinas e aparelhos eléctricos n.e.</p> <p>32 – Fabricação de equipamentos e de aparelhos de rádio, televisão e comunicação</p> <p>33 – Fabricação de aparelhos e instrumentos médico-cirúrgicos, ortopédicos, de precisão, de óptica e de relojoaria</p> <p>34 – Fabricação de veículos automóveis, reboques e semi-reboques</p> <p>35 – Fabricação de outro material de transporte</p> <p>36 – Fabricação de mobiliário; outras indústrias transformadoras, n.e.</p> <p>45 – Construção</p> |
| 3. TRANSPORTES | |
| TC – car, TB – bus, TFR – road freight, TMO – moto, TT – trains (passengers, freight, metro) | 60 – Transportes terrestres; transportes por oleodutos ou gasodutos |
| TNA - Navigation | 61 – Transportes por água |
| TAV – Aviation | 62 – Transportes aéreos |
| 4. OUTROS SECTORES | |
| Serviços | – |
| Residencial | – |
| Agricultura | <p>01 – Agricultura, produção animal, caça e actividades dos serviços relacionados</p> <p>02– Silvicultura, exploração florestal e actividades dos serviços relacionados</p> <p>05 – Pesca, aquicultura e actividades dos serviços relacionados</p> |



www.evaluate.pt

E.Value, Lda. – Projectos e Estudos em Ambiente e
Economia, S.A.

R. Bramcamp, 6, 1ºesq - 1250-050 Lisboa

Tel: 351 213 105 387 | fax: +351 213 194 858

¹Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade
Nova de Lisboa

Júlia Seixas [Coordenação]

Sofia Simões ¹ [Modelação]

Patrícia Fortes¹ [Modelação]

João Cleto¹ [Modelação]

José Eduardo Barroso [Oferta de Energia]

Bernardo Alves [Transportes]

Rui Dinis [Resíduos]

F. Pisco, P. Faria [Agricultura e pecuária]

Sara Finote [f-gases]